

BBSR-  
Online-Publikation  
08/2024

# KlinikBIM

## Entwicklung eines Leitfadens für die BIM- Implementierung im Krankenhausbau

von

Sabine Hartmann  
Anne Zaun  
Katharina Klemt-Albert

# KlinikBIM

Entwicklung eines Leitfadens für die BIM-Implementierung  
im Krankenhausbau

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wohnen, Stadtentwicklung  
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**ZUKUNFT BAU**  
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.

Aktenzeichen: 10.08.18.7-20.06

Projektlaufzeit: 09.2021 bis 11.2023

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)  
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)  
Deichmanns Aue 31–37  
53179 Bonn

### Fachbetreuerin

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung  
Referat WB 3 „Forschung und Innovation im Bauwesen“  
Anne Bauer  
anne.bauer@bbr.bund.de

### Autorinnen

RWTH Aachen University, Lehrstuhl und Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen  
Sabine Hartmann, M. Sc. (Projektleitung)  
hartmann@icom.rwth-aachen.de

Anne Zaun, M. Sc.  
zaun@icom.rwth-aachen.de

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Katharina Klemt-Albert (Lehrstuhl- und Institutsleitung)

### Redaktion

RWTH Aachen University, Lehrstuhl und Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen  
Sabine Hartmann, M. Sc.  
Anne Zaun, M. Sc.

### Stand

April 2024

### Gestaltung

RWTH Aachen University, Lehrstuhl und Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen  
Sabine Hartmann, M. Sc.  
Anne Zaun, M. Sc.

### Bildnachweis

Titelbild: Jeremy Bishop auf Unsplash

### Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

### Zitierweise

Hartmann, Sabine; Zaun, Anne; Klemt-Albert, Katharina, 2024: KlinikBIM: Entwicklung eines Leitfadens für die BIM-Implementierung im Krankenhausbau. BBSR-Online-Publikation 08/2024, Bonn.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b>	<b>6</b>
<b>Abstract</b>	<b>6</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>8</b>
1.1 Problemstellung	9
1.2 Forschungslücke und Entwicklungsbedarf	12
1.3 Zielstellung und Bedeutung des KlinikBIM-Projektes	13
<b>2 Forschungsdesign</b>	<b>15</b>
2.1 Methodischer Ansatz	15
2.2 Projektteam und Organisation	15
2.3 Arbeitspakete und Meilensteine	20
<b>3 Hintergrundinformationen</b>	<b>21</b>
3.1 Das Gesundheitswesen in Deutschland	21
3.1.1 Aufbau und Entwicklung	21
3.1.2 Ursachen und Auswirkungen der Unterfinanzierung	23
3.1.3 Technische Anforderungen an den Krankenhausbau	23
3.2 Building Information Modeling	28
<b>4 Projektverlauf und Ergebnisse</b>	<b>32</b>
4.1 Status quo der BIM-Implementierung im Krankenhausbau	32
4.1.1 Methodisches Vorgehen	32
4.1.2 Systematische Literaturanalyse	35
4.1.3 Chancen und Herausforderungen der BIM-Anwendung im Krankenhausbau	41
4.1.4 Fallstudie – BIM-Referenzprojekte im Krankenhausbau	45
4.2 Konventionelle Projektabwicklung im Krankenhausbau	54
4.2.1 Methodisches Vorgehen	54
4.2.2 Ergebnisse	55
4.3 Entwicklung einer BIM-Strategie für den Krankenhausbau	80
4.3.1 Methodisches Vorgehen	81
4.3.2 Ergebnisse	82
<b>5 Fazit</b>	<b>87</b>
5.1 Zusammenführung der Ergebnisse	87
5.2 Wissenschaftliche Abschlussfähigkeit	87
<b>6 Mitwirkende</b>	<b>89</b>

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>90</b>
<b>Glossar</b>	<b>92</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>94</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>104</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>106</b>
<b>Anhang A: Interviews Chancen und Herausforderungen</b>	<b>108</b>
<b>Anhang B: Fallstudie BIM-Referenzprojekte im Krankenhausbau</b>	<b>138</b>
<b>Anhang C: Interviews konventioneller Planungsprozess von Krankenhäusern</b>	<b>140</b>
<b>Anhang D: Darstellung des Planungsprozesses eines Krankenhausbaus</b>	<b>147</b>
<b>Anhang E: Zuordnung BIM-Anwendungsfälle zu BIM-Zielen</b>	<b>157</b>

## **Anlagen**

KlinikBIM-Leitfaden (DOI: [10.18154/RWTH-2024-03921](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-03921))

AIA-Mustervorlage (DOI: [10.18154/RWTH-2024-03922](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-03922))

BAP-Mustervorlage (DOI: [10.18154/RWTH-2024-03923](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-03923))

## Kurzfassung

Der rasante Fortschritt der Medizintechnik, die Komplexität und Interdisziplinarität sowie erhöhte Anforderungen an die Gebäudetechnik sind zentrale Herausforderungen des Krankenhausbaus. Mithilfe der digitalen Transformation von Planungs-, Bau- und Betriebsprozessen kann diesen Herausforderungen erfolgreich begegnet werden. Um dem technischen Fortschritt von Medizin- und intelligenter Gebäudetechnik Rechnung zu tragen, sind digital gestützte Arbeitsmethoden, wie Building Information Modeling (BIM), erforderlich. Dies ermöglicht eine erhöhte Transparenz in der Kommunikation zwischen den Beteiligten sowie eine effiziente Projektabwicklung.

Mehrwerte von BIM im Krankenhausbau sind unter anderem eine verbesserte Nutzerabstimmung, wodurch z. B. medizintechnische Anforderungen des medizinischen Personals berücksichtigt werden können und daraus eine steigende Patientenzufriedenheit resultiert. Durch optimierte Variantensimulationen lassen sich Szenarien unter sich verändernden Randbedingungen besser in der Gebäudestruktur berücksichtigen und dienen als Abstimmungs- bzw. Entscheidungsbasis. Darüber hinaus lässt sich bei Baumaßnahmen eine verbesserte Bauabwicklung durch eine optimierte Planung mit geringerem Fehlerpotenzial erzielen. Durch BIM im Krankenhausbau ergeben sich noch weitere vielzählige Chancen, welche in diesem Forschungsbericht analysiert werden. Da die Anzahl von BIM-Projekten im Gesundheitssektor zunimmt, lässt sich daraus schließen, dass die Vorteile von BIM erkannt werden und diese gegenüber den Nachteilen überwiegen. Bei den betrachteten Referenzprojekten im Rahmen einer Fallstudie des KlinikBIM-Projektes handelt es sich insbesondere um BIM-Pilotprojekte. Ergebnisse von Interviews und einer Literaturrecherche zeigen jedoch auf, dass es neben den Chancen auch Herausforderungen in der Anwendung gibt. Als Herausforderungen werden insbesondere fehlende Standards zur BIM-Anwendung und der Mangel von BIM-Kenntnissen genannt.

Im Rahmen des Forschungsprojektes KlinikBIM wird ein allgemeingültiger Leitfaden für die Implementierung einer adäquaten BIM-Strategie für den Klinikbau entwickelt und soll insbesondere der Auftraggeberschaft bei der Umsetzung von BIM-Projekten Unterstützung bieten. Hierfür werden Mustervorlagen für die Auftraggeber- Informationsanforderungen (AIA) und den BIM-Abwicklungsplan (BAP) zur Verfügung gestellt, welche mithilfe des KlinikBIM-Projektkonsortiums an dem Anbau des Vinzenzkrankenhausprojektes pilotiert und validiert wurden. Der Leitfaden ist für die BIM-Implementierung im Krankenhausbau auf Bundesebene allgemeingültig und bildet demnach einen Standard ab. Allerdings ist die BIM-Strategie abhängig von den Zielen des Auftraggebers projektspezifisch anzupassen. Des Weiteren ist zu beachten, dass die Herausforderung bzgl. fehlender BIM-Fachkenntnisse und fehlender BIM-Fachkräfte nicht durch die Veröffentlichung des Leitfadens behoben wird, sondern hierfür finanzielle Mittel insbesondere für Umschulungen, Personalkosten und Beschaffung von Softwarelizenzen zur Verfügung gestellt werden müssen.

In diesem Abschlussbericht steht insbesondere das methodische Vorgehen und die Forschungsergebnisse des KlinikBIM-Projektes im Vordergrund, wohingegen der Leitfaden als separates Dokument für die Anwendung in der Praxis dient. Der Leitfaden wird unter der DOI [10.18154/RWTH-2024-03921](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:5:1-65448-p0011-9) mit der AIA- und BAP Mustervorlage (DOI AIA: [10.18154/RWTH-2024-03922](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:5:1-65448-p0011-9), DOI BAP: [10.18154/RWTH-2024-03923](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:5:1-65448-p0011-9)) in der Universitätsbibliothek der RWTH Aachen University geführt.

---

## Abstract

The rapid advancement of medical technology, complexity, and interdisciplinary nature, along with increased demands on building technology are central challenges in hospital construction. These challenges can be successfully addressed through the digital transformation of planning, construction, and operational processes. To keep pace with the technological progress in medicine and smart building technology, digitally supported working methods like Building Information Modeling (BIM) are necessary. This enhances transparency in communication among stakeholders and enables efficient project execution.

The benefits of BIM in hospital construction include improved user coordination, allowing for the consideration of medical personnel's technical requirements, resulting in increased patient satisfaction. Optimized variant simulations help accommodate changing conditions within the building structure, serving as a coordination and decision-making basis. Furthermore, improved construction execution can be achieved through optimized planning with reduced error potential. BIM in hospital construction offers numerous other opportunities, which are analyzed in this research report. As the number of BIM projects in the healthcare sector increases, it can be inferred that the benefits of BIM are recognized and outweigh the drawbacks. However, interviews and literature research on the referenced projects in the context of a case study of the KlinikBIM project indicate that there are challenges in its application, particularly in the absence of BIM standards and BIM expertise.

As part of the KlinikBIM research project, a universally applicable guide for implementing an adequate BIM strategy for hospital construction is being developed to support employers in BIM implementation. Sample templates for Employer's Information Requirements (EIR) and the BIM Execution Plan (BEP) are provided, which have been piloted and validated with the participation of the KlinikBIM project consortium due to the Vinzenz Hospital project. The guide serves as a nationwide standard for BIM implementation in hospital construction but must be adapted to the specific goals of the employer for a project-specific BIM strategy. It should be noted that the challenge of the lack of BIM expertise and professionals cannot be resolved by the publication of the guide; financial resources must be allocated for retraining, personnel costs as well as the procurement of software licenses.

This final report primarily focuses on the methodology and research findings of the KlinikBIM project, while the guide serves as a separate document for practical application. The guideline is listed as DOI [10.18154/RWTH-2024-03921](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-03921) along with the EIR and BEP sample template (DOI EIR: [10.18154/RWTH-2024-03922](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-03922), DOI BEP: [10.18154/RWTH-2024-03923](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-03923)) in the library of RWTH Aachen University.

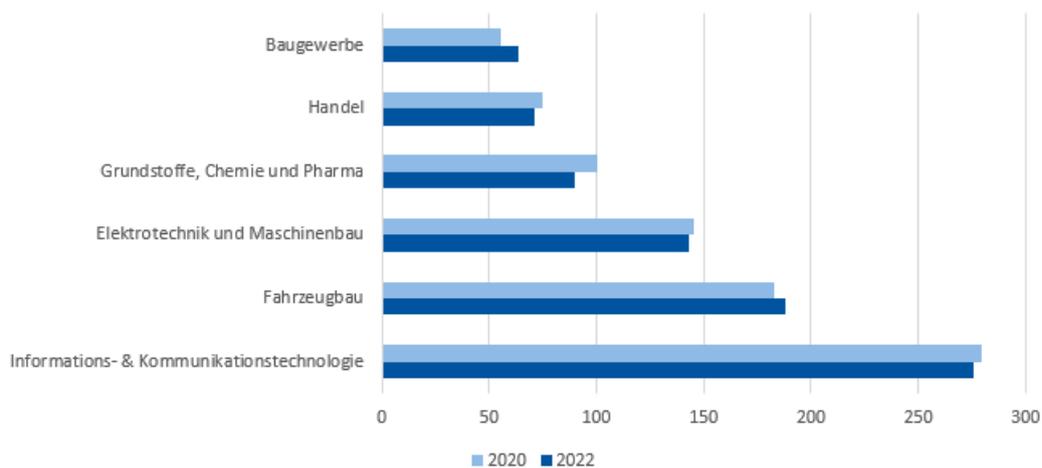
# 1 Einführung

In den letzten 20 Jahren stieg die Produktivität der Weltwirtschaft jährlich um ca. 2,8 % an. Die verarbeitende Industrie konnte dabei einen Anstieg von 3,6 % verzeichnen, während die Bauwirtschaft lediglich eine Produktivitätssteigerung von einem Prozent erzielen konnte.<sup>1</sup> Im Jahr 2020 verzeichnete die globale Baubranche ein Bauvolumen von über 12 Billionen US-Dollar und wird in den nächsten Jahren laut Prognosen um etwa 7,4 % ansteigen.<sup>2</sup> Die Baubranche und das Gesundheitswesen haben mit einem Anteil von 11,1 % und 13,1 % des Bruttoinlandsproduktes einen bedeutenden Anteil an der Wirtschaftsleistung in Deutschland.<sup>3,4</sup> Im Bereich der Digitalisierung zeigt sich jedoch, dass beide Branchen derzeit hinterher hängen.

Bei der Betrachtung des Digitalisierungsindex von 2020 und 2022 verzeichnet Deutschland generell nur einen geringfügigen Anstieg von 0,3 Indexpunkten. Vier Branchen aus Abbildung 1 weisen, wie bereits im Vorjahr, Rückgänge im Bereich der Digitalisierung auf, während das Baugewerbe mit 7,4 Punkten den deutlichsten Anstieg verzeichnet.<sup>5</sup> Dennoch schneidet die Baubranche deutlich unterdurchschnittlich ab und bildet das Schlusslicht unter den Branchen.

Aufgrund der fehlenden Digitalisierung erreicht die Baubranche nur ein sehr geringes Produktivitätswachstum von 6,1 % in den vergangenen 30 Jahren. Der Durchschnitt der Gesamtwirtschaft liegt im gleichen Zeitraum bei 42 % und in der Spitze bei 79 % im verarbeitenden Gewerbe. Dies zeigt, welches Potenzial in der Baubranche durch die fehlende Digitalisierung nicht genutzt wird.<sup>6</sup>

Abbildung 1  
Digitalisierungsindex Deutschland 2020 und 2022



Quelle: Eigene Darstellung nach Büchel und Engels<sup>7</sup>

Trotz positiver Prognosen und immenser technischer Fortschritte liegen neben der fehlenden Digitalisierung auch große Defizite in der Koordination von Baumaßnahmen zugrunde, wodurch sich insgesamt zu lange Bauzeiten ergeben. Um diese Defizite zu beheben und Bauabläufe zu optimieren, steht das Baugewerbe im Wandel der digitalen Transformation vor einer großen Herausforderung, die zugleich große Chancen für zukünftige Entwicklungen bietet.

<sup>1</sup> (Clemens 2017)

<sup>2</sup> (Emergen-Research 2001)

<sup>3</sup> (gde-bund.de 2023)

<sup>4</sup> (IVB4 2022)

<sup>5</sup> (Büchel und Engels 2022)

<sup>6</sup> (Kraus 2022)

<sup>7</sup> (Büchel und Engels 2022)

## 1.1 Problemstellung

Um das Produktivitätslevel der Baubranche zu steigern, wurden bisher primär Maßnahmen zur Prozessoptimierung der Arbeitsabläufe auf den Baustellen angewendet. Aufgrund der Einzigartigkeit eines jeden Bauwerks sind die Anforderungen an die Abwicklung von Bauprojekten heutzutage hochkomplex und bedürfen daher einer weitaus früheren Prozessoptimierung der Arbeitsabläufe. Grund dafür ist der Umfang und die gewünschte Realisierungsgeschwindigkeit von Projekten sowie die damit verbundene Anzahl von Projektbeteiligten. Zusätzlicher Kosten- und Termindruck sowie unvorhergesehene Veränderungen der Projektbedingungen erhöhen den Informations- und Kommunikationsbedarf in Bauprojekten, da es ansonsten zu Qualitätseinbußen kommt.<sup>8</sup>

Ein maßgebliches Problem von Bauvorhaben ist die baubegleitende Planung. Dabei werden Planungen häufig von der Realität überholt und kurzfristige Abstimmungen zwischen den Projektbeteiligten sind nur unter schwierigen Umständen mit dem Bauprozess vereinbar. Die Koordination der Leistungserbringung stellt bei Großprojekten eine zusätzliche und besondere Herausforderung dar.<sup>9</sup> Hinzu kommen Lieferengpässe aufgrund von drohender Ressourcenverknappung oder logistischer Schwierigkeiten durch beispielsweise Pandemien. Im Folgenden werden exemplarisch drei „Worst-Case-Projekte“ aus Deutschland beschrieben, bei welchen signifikante Planungsfehler zu einem drastischen Kostenanstieg und einer deutlichen Verzögerung der Projektlaufzeit geführt haben.

Beispielsweise wurden bei dem neun Jahre zu spät eröffneten Berliner Flughafen eine Vielzahl an Planungs- und Ausführungsfehlern festgestellt. Einerseits wurden bereits Bauleistungen vergeben, obwohl eine erforderliche Genehmigung für den Bau seitens der Behörden noch nicht vorlag. Andererseits waren die Planungsleistungen vor dem Ausführungsbeginn noch nicht abgeschlossen, sodass sich noch während der Bauausführung Änderungen ergaben. Vor allem diese nachträglichen Planungsänderungen verursachten hohe Kosten, welche nicht einkalkuliert waren. Des Weiteren war das Bauprojekt von gravierenden Ausführungsmängeln geprägt. Ein besonders gravierendes Erschwernis stellte dabei der Brandschutz dar, geprägt durch die technischen Problemen der Brandmeldeanlagen sowie die falsche Verbauung von Kabelbefestigungen. Einige der Baumängel ließen sich dabei auf eine mangelhafte oder gar fehlende Bauaufsicht zurückzuführen, wodurch Abstimmungen nicht zeitgemäß stattfinden konnten und Schnittstellen nicht ordnungsgemäß koordiniert wurden.<sup>10</sup> Insgesamt entwickelten sich die Planungs- und Baukosten von geschätzten 1,9 Mrd. Euro zu Beginn des Projekts zu 2,4 Mrd. Euro im Jahr 2008 zu 5,9 Mrd. Euro im Fertigstellungsjahr 2020.<sup>11</sup>

Das ebenfalls durch seine Mehrkosten bekannte Projekt Elbphilharmonie wurde von 2007 bis 2016 erbaut. Zu Beginn der Planung wurde eine Eröffnung im Jahr 2010 anvisiert, wobei sich die Baukosten auf circa 50 Mio. Euro belaufen sollten. Durch eine Vielzahl an Verträgen und Schnittstellen zwischen ausführenden Firmen, welche nicht angemessen koordiniert wurden, verzögerte sich die Projektlaufzeit um ca. 6 Jahre und führte schlussendlich zu Baukosten in Höhe von 789 Mio. Euro.<sup>12</sup>

Das Projekt Stuttgart 21, bei welchem der Eisenbahnknotenpunkt in der Stadt Stuttgart neu angeordnet werden soll, stellt ein weiteres Beispiel dar, welche Auswirkungen mangelhafte Planungs- und Koordinationsleistungen mit sich bringen. Die zunächst für Ende 2019 bis Anfang 2020 geplante Fertigstellung des Projekts wurde mehrfach verschoben. Inzwischen soll die Eröffnung des Hauptbahnhofs im Dezember 2025 erfolgen, andere Projektteile sogar später.<sup>13</sup>

Das Ausmaß der Kostenveränderungen der beschriebenen Bauprojekte lässt sich in Abbildung 2 darstellen.

---

<sup>8</sup> (Schönbach, et al. 2021, 173)

<sup>9</sup> (Unternehmertum Built Environment 2020)

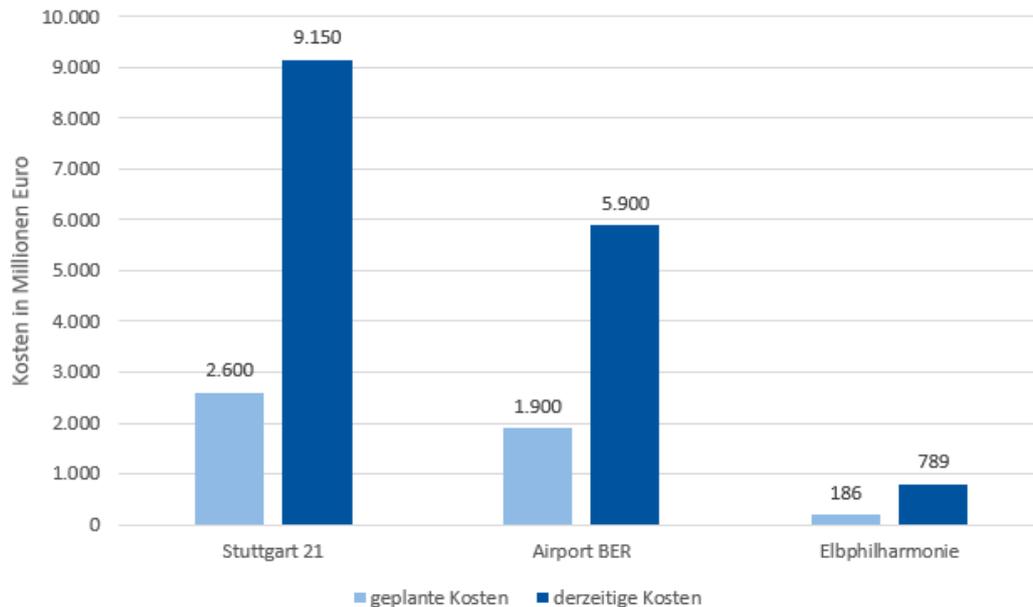
<sup>10</sup> (Sieben 2020)

<sup>11</sup> (Statista Research Department 2022)

<sup>12</sup> (WELT 2017)

<sup>13</sup> (Schönhaar 2020)

Abbildung 2  
Geplante und aktuelle Kosten von Großbauprojekten in Deutschland



Quelle: Eigene Darstellung

Die beschriebenen Projekte sind in Deutschland aufgrund ihrer Größe und Art der Nutzung in eine spezielle Kategorie für komplexe Gebäude, den sogenannten Sonderbauten einzuordnen. Projekte dieser Kategorie müssen verglichen z. B. mit Wohn- und Verwaltungsgebäuden besonders hohe Anforderungen, z. B. im Bereich Brandschutz, erfüllen. Dabei gilt, je komplexer die rechtlichen und baulichen Anforderungen eines Projektes sind, umso umfangreicher ist die erforderliche Planung. Demnach fällt auch das zu erwartende Fehlerpotential bei Planungsleistungen großer und komplexer Projekte deutlich höher aus als bei Bauwerken geringeren Schwierigkeitsgrads.

Auch Krankenhäuser fallen in Deutschland nach §2 Absatz 4 der Musterbauordnung (MBO), Stand 2022, als Bestandteil der kritischen Infrastruktur und als äußerst komplexe Bauwerke in die Kategorie der sogenannten Sonderbauten, da auch der Krankenhausbau durch besondere bauliche und rechtliche Anforderungen, die es in der Planung zu berücksichtigen gilt, geprägt ist. Hinzu kommt eine Vielzahl von nutzungsspezifischen Anforderungen und Akteuren, wie z. B. Gutachter, Fördergeber, Nutzerinnen und Nutzer sowie zusätzliche Fachplanungen der Gewerke Medizin- und Labortechnik. Aufgrund dieser Besonderheiten und Anforderungen spielt das Projektmanagement im Krankenhausbau eine große Rolle.

Als Beispiel für die besonderen Herausforderungen des Krankenhausbaus kann das Neubauprojekt Zentrum für Operative Medizin 2 (ZOM II) in Düsseldorf genannt werden. Das Projekt zeigt, dass auch Krankenhausprojekte, vor allem bedingt durch die hohe Komplexität, zu Planungsfehlern und damit verbundenen Ausführungsmängeln neigen. Das Projekt ZOM II des Uniklinikums Düsseldorf wurde hauptsächlich für chirurgisch orientierte Kliniken konzipiert. Im ZOM II sind fünf verschiedene Kliniken, wie eine Neurochirurgische Klinik oder eine orthopädische Klinik, integriert. Die Kliniken verfügen gemeinsam über einen Operationstrakt mit zehn Operationssälen. Des Weiteren stehen eine Zentrale Notaufnahme, ein Hubschrauberlandeplatz auf dem Dach sowie eine Intensiv- und Intermediate-Care-Station zur Verfügung.<sup>14</sup> Für Patientinnen und Patienten, die nicht einer intensiven Pflege bedürfen, gibt es 288 Betten in Zweibettzimmern.<sup>15</sup> Aufgrund der Anordnung dieser verschiedenen fachspezifischen Bereiche bedarf es im Krankenhaus einer ausgeprägten Versorgungs- und Logistikplanung für den laufenden Betrieb.

<sup>14</sup> (Universitätsklinikum Düsseldorf 2022)

<sup>15</sup> (Universitätsklinikum Düsseldorf 2022)

Der Bau des ZOM II wurde im Jahr 2014 mit einer Verzögerung von vier Jahren eröffnet, die Mehrkosten belaufen sich auf rund 180 Millionen Euro<sup>16</sup>. Der Universitätsklinik Düsseldorf ist durch die verzögerte Inbetriebnahme ein großer Schaden entstanden. Beispielsweise konnten bereits angeschaffte Geräte nicht genutzt werden und waren zum Zeitpunkt des tatsächlichen Nutzungsbeginns bereits veraltet. Zusätzliche Belastungen ergaben sich durch die vorzeitige Einstellung von neuen Mitarbeitenden, welche aufgrund der bereits beschriebenen Verzögerungen jedoch nicht beschäftigt werden konnten, dennoch allerdings ihren Lohn einforderten. Die Gerichtsverhandlungen, bei denen eine Schadenssumme von 63 Mio. Euro im Raum steht, sind bis heute noch nicht abgeschlossen.<sup>17</sup>

Besonders gravierend sind die Auswirkungen beim Bauen im Bestand während des laufenden Klinikbetriebs. Bauzeitenverzögerungen können dann mit immensen Auswirkungen auf den laufenden Betrieb verbunden sein und sollten daher unbedingt verhindert werden, um das Wohl und die Versorgung der Patientinnen und Patienten nicht zu gefährden. Dabei ist die Qualität der Bauausführung keinesfalls zu vernachlässigen, da ansonsten gesundheitsschädliche Auswirkungen, z.B. infolge verunreinigter Krankenhaushygiene auftreten können.

Es ist zu beachten, dass sich die Medizin in einem stetigen Wandlungsprozess befindet, der sich in immer kürzer werdenden Innovationszyklen von Medizin und Medizintechnik widerspiegelt. Damit einhergehend steigen die notwendigen Investitionskosten für den Bau und Betrieb von Krankenhäusern, um weiterhin eine qualitativ hochwertige Gesundheitsversorgung gewährleisten zu können. Die sich ständig verändernden medizinischen, politischen und baulichen Anforderungen führen häufig zu übereilten Entscheidungen, wodurch Klinikbetreiber nur kurzfristig und ohne nachhaltige Absicherung auf den Bedarf reagieren können. Jedoch führt jede Umbaumaßnahme in einem Krankenhaus zu einer starken Einschränkung des laufenden Betriebs. Ziel ist es durch das frühzeitige Hinzuziehen aller Planungsbeteiligten eine effiziente, nachhaltige und zielorientierte Planung zu schaffen, um somit die Kosten, den Aufwand sowie die hohe Komplexität im Krankenhausbau überschaubar zu halten. Dadurch können alle relevanten Anforderungen von Anfang an betrachtet und Schnittstellen im Voraus definiert werden.<sup>18</sup>

Umbaumaßnahmen, Erweiterungen oder Sanierungen finden meist einhergehend mit dem laufenden Krankenhausbetrieb statt. Anhand einiger Schutzvorkehrungen ist es möglich, den laufenden Betrieb eines Krankenhauses aufrecht zu erhalten. Dazu müssen die mit der Baumaßnahme entstehenden Unannehmlichkeiten, wie Lärmbelastigungen sowie Verschmutzungen, eingedämmt und auf die betrieblichen Rahmenbedingungen angepasst werden, wodurch ein hohes Maß der Koordination für die reibungslose Umsetzung erforderlich ist.<sup>19</sup>

Eine weitere Herausforderung, das Klinikgebäude instand zu halten und auf den bereits beschriebenen raschen medizinischen Fortschritt zu reagieren, stellen mangelnde finanzielle Mittel dar. Öffentliche Fördermittel stellen aktuell nur noch ca. 40 % des eigentlichen Investitionsbedarfs der Krankenhäuser zur Verfügung. Den zunehmenden Investitionsstau können Krankenhäuser selten mit ihren eigenen Mitteln decken, weshalb viele Krankenhäuser rote Zahlen schreiben. Auf die Unterfinanzierung der Krankenhäuser in Deutschland wird verstärkt in Kapitel 3.1 eingegangen. Um die Zukunft der Krankenhäuser sowie deren Wirtschaftlichkeit sicherzustellen, müssen dringend effiziente Lösungsansätze für den effizienten Betrieb erarbeitet werden.<sup>20</sup>

---

<sup>16</sup> (Sieckmeyer 2015)

<sup>17</sup> (Sieckmeyer 2016)

<sup>18</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015)

<sup>19</sup> (Tabori und Dettenkofer 2017)

<sup>20</sup> (BDO AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Deutsches Krankenhausinstitut 2015, S. 4ff.)

## 1.2 Forschungslücke und Entwicklungsbedarf

Um eine optimale Balance zwischen den anfallenden Investitions- und Betriebskosten und einer leistungsfähigen, medizinischen Versorgung für Patientinnen und Patienten zu erreichen, und gleichzeitig, den oben beschriebenen signifikanten Wandel und der Vielzahl an Herausforderungen Rechnung zu tragen, kommt dem Bau und der Planung von Krankenhäusern eine immer bedeutsamere Rolle zu. Das Krankenhausgebäude, als Mittelpunkt des medizinischen Versorgungsauftrags, ist nicht nur ein Geschäftsstandort für Ärztinnen und Ärzte sowie Pflegekräfte, in dem Dienstleistungen erbracht werden, sondern ist genauso ein wesentlicher Bestandteil der Wahrnehmung der medizinischen Versorgung durch die Patientin und den Patienten. Es ist daher von elementarer Bedeutung, dass Krankenhausgebäude in Zukunft wirtschaftlich betrieben werden, damit es sich positiv auf die Betriebsprozesse, die Effektivität der Krankenhausmitarbeitenden und die qualifizierte Versorgung der Patientinnen und Patienten auswirkt.<sup>21</sup>

Im AEC-Sektor (Architecture, Engineering and Construction) hat sich im Zuge der Digitalisierung in den vergangenen Jahren die Anwendung der digitalen Methode BIM in Planungs- und Bauprojekten entwickelt. BIM definiert eine kollaborative Arbeitsmethode auf Basis eines drei- bis n-dimensionalen Bauwerksmodells, das als zentrale Informationsquelle und Datendrehscheibe im Zentrum der Kollaboration aller Projektbeteiligten steht. Mit der Erstellung eines digitalen Bauwerksmodells ist es möglich, alle relevanten Daten und Informationen, insbesondere auch Informationen zu physikalischen, funktionalen und kosten- bzw. zeitbezogenen Eigenschaften eines Bauwerks, digital zu erfassen und über den gesamten Lebenszyklus zu nutzen. Das generierte Datenmodell, welches über alle Projektphasen fortgeschrieben wird, kann phasenspezifisch für unterschiedliche Anwendungsfälle genutzt werden. Durch die richtige Anwendung der BIM-Methode können viele Mehrwerte und Vorteile erzielt werden, insbesondere im Hinblick auf eine erhöhte Planungsqualität sowie die Optimierung von Termin- und Kostenziele oder eine Optimierung der Nutzungs- und Betriebsphase durch die Darstellung aller betriebsrelevanter Informationen in einem digitalen Modell. Diese Mehrwerte resultieren aus einem durchgängigen und transparenten Informationsmanagement, basierend auf einem digitalen Bauwerksmodell sowie der kooperativen und interdisziplinären Arbeitsweise bereits von Projektbeginn an. Alle Projektbeteiligten arbeiten modellbasiert in einer gemeinsamen Datenumgebung, was vor allem innerhalb der Planung und des Baus von Krankenhäusern und der Vielzahl von beteiligten Akteuren erhebliche Mehrwerte mit sich bringen wird. Durch die integrale Planungsweise und die daraus entstehende erhöhte Planungsqualität, können bedeutsame Vorteile sowohl für die Bauphase als auch für den Betrieb und den Rückbau erzielt werden.<sup>22</sup> Weitere Hintergrundinformationen zur BIM-Anwendung werden in Kapitel 3.2 beschrieben. Potenzielle Anwendungsfälle im Krankenhausbau im Rahmen der BIM-Methode sind neben der Koordination der Fachgewerke, insbesondere der im Krankenhausbau herausfordernden Technischen Gebäudeausrüstung (TGA), eine optimierte Nutzerabstimmung mit dem medizintechnischen Personal und der Patientenvertretung über eine gemeinsame Datenumgebung, sowie modellbasierte Plausibilitätsprüfungen, beispielsweise zur Sicherstellung von effizienten betriebs- und medizintechnischen Prozessen sowie Variantenuntersuchungen zur Erzielung einer hohen Gebäuderésilienz.

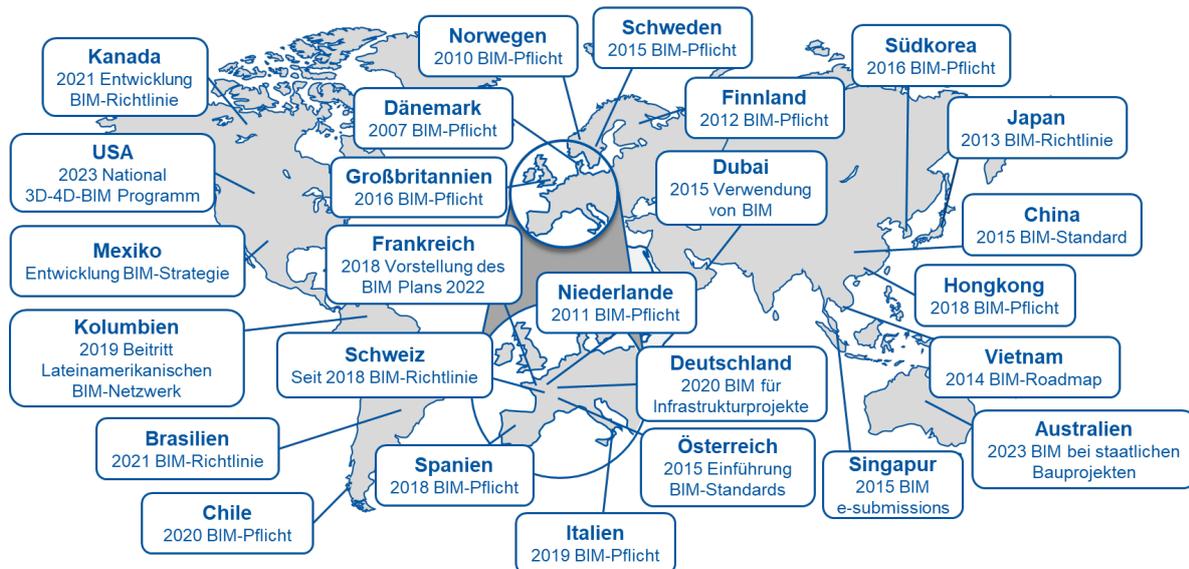
Der internationale Implementierungsgrad der BIM-Methodik ist zwischen den einzelnen Ländern sehr unterschiedlich, jedoch ist sie in vielen Bereichen weltweit schon als Standard etabliert (siehe Abbildung 3).

---

<sup>21</sup> (Siemens Schweiz AG 2018)

<sup>22</sup> (Schneider Bautabellen 2022, S. 2.68)

Abbildung 3  
Internationaler Stand der BIM-Implementierung



Quelle: Eigene Darstellung. Die Daten wurden aus den Studien von <sup>23</sup> und <sup>24</sup> entnommen.

Die flächendeckende Einführung von BIM hat auch in Deutschland bereits einen hohen Stellenwert erreicht. Aktuell wird intensiv daran gearbeitet, Leitplanken und Standards auf nationaler Ebene zu schaffen. In Deutschland wird die Implementierung von BIM sowohl durch die Wissenschaft als auch aus staatlicher Sicht durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr und das Bundesministerium des Innern und für Heimat vorangetrieben. Um die BIM-Methode stufenweise in Unternehmen zu implementieren, ist zunächst eine adäquate BIM-Strategie zu entwickeln. Insbesondere in komplexen Bauwerken, wie den Krankenhausbau, erweist sich das Potential von BIM durch die erhöhte Transparenz und die verbesserte Zusammenarbeit auf Grundlage des digitalen Modells als hoch, worauf im weiteren Verlauf dieses Forschungsberichtes detaillierter eingegangen wird. Für die Einführung sind Standards und Handlungsempfehlungen notwendig, da die BIM-Erfahrungen insbesondere auf Auftraggeberseite erst im Laufe des Projekts angeeignet werden. Ein BIM-Leitfaden für den Krankenhausbau, für welchen eine Reihe von Anforderungen zu berücksichtigen sind, existiert jedoch bislang nicht.

### 1.3 Zielstellung und Bedeutung des KlinikBIM-Projektes

Durch den Einsatz der digitalen Arbeitsmethode BIM im Klinikbau sollen in Zukunft unkoordinierte Planungsabläufe, fehlende Termin- und Kosteninformationen, Kommunikationsdefizite und Unklarheiten zwischen den an der Planung und dem Bau beteiligten Fachdisziplinen nachhaltig vermieden werden. Das Ziel, wesentliche Kosten im Bereich der baulichen Instandhaltung von Krankenhäusern einzusparen, soll durch die Implementierung der BIM-Methode in das Gebäudemangement zusätzlich erreicht werden.

Damit in Zukunft eine interdisziplinäre und zielorientierte Planung von Krankenhäusern sichergestellt wird, unter Berücksichtigung spezifischer Schnittstellen und Abhängigkeiten, wird durch KlinikBIM eine praxisorientierte Arbeitshilfe für die effektive Zusammenarbeit und Kommunikation anhand einer gemeinsamen Datenumgebung für alle Projektbeteiligte geschaffen. Die Nutzung einer Common Data Environment (CDE) sorgt nicht nur für die Einbindung aller Projektbeteiligten und Akteursgruppen von Anfang an, sondern trägt auch zur Komplexitätsreduzierung dieser Projekte bei. Das digitale Modell innerhalb der CDE

<sup>23</sup> (Gannah und Lea 2021)

<sup>24</sup> (Tjebane, Musonda und Onososen 2022)

garantiert nicht nur eine hohe Transparenz, sondern stellt auch die tagesscharfe Aktualität der Daten und Informationen für alle Beteiligte sicher. Zusätzliche KlinikBIM-Mustervorlagen für Inhalt und Struktur von krankenhausspezifischen AIA sowie BAP liefern wesentliche Handlungsempfehlungen für die optimale Projektkoordination von Schnittstellen und Abhängigkeiten im Projekt. Mit dem Forschungsvorhaben KlinikBIM wird erstmalig ein anwendungsorientierter Leitfaden für die BIM-Implementierung in Krankenhausprojekten auf nationaler Ebene aufgestellt. Das digitale Modell soll dem Betreiber über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes bis zum Rückbau als Informationsbasis für weitere bau- und managementbezogene Maßnahmen dienen.

## 2 Forschungsdesign

### 2.1 Methodischer Ansatz

Für die Bearbeitung des Forschungsprojektes werden verschiedene wissenschaftliche Methoden angewendet, welche auf das Vorgehen in den jeweiligen Arbeitspaketen abgestimmt sind. Durch eine interdisziplinäre Aufstellung des Projektkonsortiums werden verschiedene Sichtweisen unterschiedlicher Krankenhausträger einbezogen, als auch die Perspektiven der Medizintechnik, der Architektur und der Tragwerksplanung abgedeckt, um die Praxistauglichkeit der entwickelten BIM-Strategie sicherzustellen.

Im Bearbeitungsprozess des Forschungsprojektes werden folgende methodische Werkzeuge angewendet:

- Systematische und unsystematische Literaturrecherche
- Durchführung einer Fallstudie
- Durchführung von Experteninterviews, ausgewertet nach der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring
- Entwicklung von Business Process Model and Notation (BPMN)-Prozessmodellen
- Durchführung von Workshops mit dem Konsortium für Validierungsschleifen
- Pilotierung der entwickelten Strategie an einem Realprojekt

Für eine verbesserte Struktur und Übersicht wird das gewählte methodische Vorgehen in den einzelnen Arbeitspaketen im jeweiligen Kapitel näher beschrieben, um den Zusammenhang zwischen der Durchführung der Forschungsarbeit und den erlangten Ergebnissen zu gewährleisten.

### 2.2 Projektteam und Organisation

Im Lead des Forschungsprojektes steht das Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen (kurz: ICoM) an der RWTH Aachen University, an welchem die Forschungsidee entstanden ist und im Anschluss konzipiert wurde. Das ICoM erforscht im Rahmen von zahlreichen Forschungs- als auch Praxisprojekten maßgeschneiderte Digitalisierungsstrategien für Auftraggeber-Organisationen und alle beteiligten Akteure und Unternehmen der Wertschöpfungskette Bau. Im Zentrum steht dabei stets das digitale Planen, Bauen, Betreiben sowie der Rückbau. Dies beinhaltet Fragestellungen der öffentlichen Verwaltung gleichermaßen wie Anwendungen der gewerblichen Wirtschaft. Hier werden durch das Institut diverse BIM-Projekte sowohl im Bereich Hochbau als auch in der Infrastruktur begleitet und BIM-Strategien entwickelt. Als Beispiel ist hier die Erstellung des Masterplans BIM für Bundesbauten zu nennen, welcher in enger Abstimmung mit dem Bundesministerium des Inneren, für Bau und Heimat erarbeitet wurde. Neben Optimierungen für den Hoch- und Infrastrukturbau, forciert das ICoM auch die Weiterentwicklung innovativer Lösungen in den Bereichen des zirkulären Bauens und der Baurobotik. Neben dem Fokus auf Forschung und Praxis spielen auch der interdisziplinäre Wissenstransfer sowie die transdisziplinäre Kooperationen eine wichtige Rolle.

Abbildung 4  
Logo des ICoM der RWTH Aachen University



Um als finales Ergebnis des Forschungsprojektes KlinikBIM einen praxisnahen Leitfaden zu generieren, unterstützen das ICoM im Projekt zahlreiche assoziierte Partner, welche im Bereich der Medizintechnik, der Architektur und der Tragwerksplanung mit entsprechender Erfahrung mit Krankenhausbauten, tätig sind

sowie Fachpersonal der Auftraggeberseite, welches in der Planungs- und Bauphase oder in der Betriebsphase zur Erhaltung des Krankenhausgebäudes eingesetzt wird. Im Folgenden werden die im Projekt beteiligten Unternehmen und Organisationen im Einzelnen beschrieben.

Die Philosophie der Planungsgruppe VA GmbH lautet „Technik für Menschen und Gebäude“. Dieses Credo wird seit der Gründung der Planungsgruppe VA im Jahre 1963 gelebt. Durch den damaligen Zusammenschluss dreier eigenständiger Ingenieurbüros konnte und kann die Planungsgruppe VA die ganzheitliche Planung der TGA für hochkomplexe Gebäude anbieten. Schon die ersten Projekte waren Krankenhäuser, welche die Planungsgruppe VA über die 60-jährige Firmengeschichte bis heute begleitet haben und heute einen der wichtigsten Projektschwerpunkte des Unternehmens darstellen. Der damalige Gedanke eines Zusammenschlusses dreier Ingenieurbüros aus unterschiedlichen TGA-Disziplinen erinnert stark an das heutige Denken in BIM-Strukturen. Und genauso hat sich bei der Planungsgruppe VA dieser damalige Gedanke bis in die BIM-Welt fortgesetzt und wird aktiv in den Projekten gelebt und weiterentwickelt. Bei den Projektleitern und Fachplanern handelt es sich um Experten, die innovative Gebäudetechnik und ausgefeilte Planungskonzepte für nachhaltige und zukunftsweisende Bauten dialogorientiert, termingerecht und punktgenau planen, entwickeln und realisieren. Die Planungsgruppe VA ist über die Standorte Hannover, Nürnberg und Magdeburg deutschlandweit tätig.

Abbildung 5  
Logo der Planungsgruppe VA GmbH



## planungsgruppe

Beratende Ingenieure

1962 begann die Geschichte des Büros Heinle Wischer Partnerschaft freier Architekten als paritätische Sozietät zwischen Erwin Heinle (1917-2002) und Robert Wischer (1930-2007). Das Tätigkeitsfeld war von Beginn an breit angelegt und konzentrierte sich auf die Lösung gestalterisch, funktionell und technisch komplexer Aufgaben. Mit über 300 Mitarbeitenden aus mehr als 30 Nationen und von sechs Standorten aus wird an anspruchsvollen Projekten mit den Schwerpunkten Bildung, Gesundheit und Forschung sowie Kultur und Verwaltung für überwiegend öffentliche Auftraggeberinnen und Auftraggeber gearbeitet – vom Wettbewerb bis zur Objektüberwachung. Es wird nach der besten Architektur gestrebt. Unabhängig davon wie verschieden Aufgaben und Orte sind, prägt die gemeinsame Haltung das Handeln des Büros: der Respekt vor der Geschichte und Kultur des Ortes, die Achtung der Bedürfnisse derer, für die geplant wird und das Entwerfen zukunftsfähiger Visionen. Es wird in einer flachen Hierarchie gearbeitet, die gewährleistet, dass in beständiger Kommunikation der Kontakt und die Architektur im Fokus steht. Als ein unabhängiges Unternehmen werden übertriebene Strukturen vermieden und der Erfolg der Projekte in direkter Verantwortung der Persönlichkeiten des Büros verstanden. Die Heinle, Wischer Partnerschaft freier Architekten steht für ein respektvolles und wertschätzendes Miteinander.

Abbildung 6  
Logo von Heinle Wischer Partnerschaft freier Architekten mbB

## heinlewischer

Die albert.ing GmbH ist ein verlässlicher Partner für erstklassige Beratungs- und Prüfleistungen im Bereich der digitalen Planung, Bauausführung und Betrieb. Eine umfassende Expertise, die auf eine breite Palette von Kunden und jahrelanger Erfahrung in verschiedenen Projektphasen zurückgeht, ermöglicht einen ganzheitlichen Überblick über die Chancen und Herausforderungen der digitalen Bauwelt. Praxisbewährte

Lösungen und Vorgehensweisen werden in der strategischen Beratung für Projektaufsatz, der Spezifikation von AIA und BAP eingesetzt. Die Einführung der BIM-Methodik und die Auswahl geeigneter IT-Lösungen sind fester Bestandteil der täglichen Projektstätigkeit. Die hochqualifizierten Mitarbeitenden verfügen über eine breite Palette von Fähigkeiten und Erfahrungen in den Bereichen BIM-Management und BIM-Koordination sowie der BIM-Qualitätssicherung, Vergabeprozesse und BIM-to-FM-Abwicklungen. Dabei wird das entsprechende Fachwissen klar und verständlich vermittelt und über die besten Praktiken und neuesten Entwicklungen informiert. Die kontinuierliche Teilnahme an verschiedenen Forschungsprojekten rund um das Thema Digitalisierung der Bauwirtschaft führt im Weiteren zu einem regen Austausch von neuesten Forschungsthemen sowie einen eindeutigen Einblick in die sich weiterentwickelnde Wissenschaft. Diese Verbindung erlaubt der albert.ing GmbH bei relevanten Themen immer auf dem neuesten Stand zu sein.

Abbildung 7  
Logo der albert.ing GmbH



Die IMV Schorn GmbH blickt stolz auf eine über 35-jährige Erfahrung als zuverlässiger Berater im Gesundheitswesen zurück. Die Planung und Umsetzung von medizinischer und versorgungstechnischer Infrastruktur in Krankenhäusern und Universitätskliniken stellen stets anspruchsvolle Projekte dar, welche die Entschlossenheit und Leidenschaft des Büros immer wieder entfachen. Die Expertise liegt in der kosteneffizienten Gestaltung medizintechnischer Einrichtungen gemäß den Vorgaben der Deutsches Institut für Normung (DIN) 13080 und der maßgeschneiderten Umsetzung entsprechend der individuellen Anforderungen. Das Team arbeitet seit sechs Jahren nach der BIM-Methode und nutzt diese inzwischen ganz selbstverständlich. Von Revit über Navisworks, BIMcollab ZOOM, Dalux und Capmo bis hin zu Microsoft Project kommt eine Vielzahl von Softwareprogrammen bei unseren Planungsaufgaben zum Einsatz. Dadurch wird eine Minimierung von Koordinationsfehlern und eine verbesserte Einhaltung von Zeitplänen, Budgets und Qualitätsstandards erzielt. Von Anfang an arbeitet die IMV Schorn GmbH mit einer selbsterstellten, hestellerneutralen Gegenstand-Bibliothek. Mit VR kann die 3D-Planung des Projekts in Nutzerabstimmungen erlebt werden. Darüber hinaus wird AR auf der Baustelle genutzt, um vor dem Einbau der Einrichtung eine Überprüfung von Kollisionen durchzuführen. Dies führt zu einer gesteigerten Gesamteffizienz, die sich von der initialen Planung bis zur abschließenden Umsetzung erstreckt.

Abbildung 8  
Logo der IMV Schorn GmbH



Das Vinzenzkrankenhaus Hannover ist eine Einrichtung der Schwerpunktversorgung des Elisabeth Vinzenz Verbundes und blickt auf eine über 150-jährige Geschichte zurück. Mehr als 40.000 Patienten im Jahr werden stationär und ambulant versorgt. Das Krankenhaus verfügt über 345 Planbetten in sieben Fachabteilungen für Allgemein-, Viszeral- und Gefäßchirurgie und Koloproktologie, Anästhesie und Intensivmedizin, Geburtshilfe und Gynäkologie, Innere Medizin (Gastroenterologie, Kardiologie, Pneumologie), Orthopädie und Unfallchirurgie, Urologie sowie Radiologie. Dazu kommen eine zentrale Notaufnahme, eine Belegabteilung der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, eine Tagesklinik für ambulante Operationen und ambulante Chemotherapie, sowie die Physiotherapie. Drei zertifizierte Krebszentren für Brust, Darm und Uroonkologie,

eine zertifizierte Chest Pain Unit, ein zertifiziertes Endoprothetikzentrum und das da Vinci-Zentrum für roboter-assistierte urologische Operationen runden die Kompetenz als leistungsstarkes Krankenhaus der Schwerpunktversorgung ab.

Abbildung 9  
Logo des Vinzenzkrankenhauses Hannover



Die Medizinische Hochschule Hannover (MHH), mit rund 10.000 Beschäftigten größter Landesbetrieb in Niedersachsen, ist eine führende universitäre Einrichtung für Forschung und Lehre in der Human- und Zahnmedizin sowie ein Universitätsklinikum der Supramaximalversorgung. Forschung, Lehre, Krankenversorgung und Administration arbeiten im Integrationsmodell auf dem MHH-Campus Hand in Hand. Seit dem 01.01.2023 ist die MHH Bauherr und für alle Baumaßnahmen auf dem Bestandscampus der MHH verantwortlich. Hierzu gehören die Bauunterhaltung und alle sogenannten kleinen und großen Neu-, Um- und Erweiterungsbauten des Landes. Die Bauherrenaufgaben umfassen die fachliche Beratung, die Bedarfsplanung sowie das Projektmanagement. Zur Aufgabenerledigung beteiligt die MHH nach Bedarf freiberuflich tätige Gutachter, Architektur- und Ingenieurbüros. Als Landesbetrieb arbeitet die MHH nach den Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Landes (RLBau) Niedersachsen. Mit den Mitteln des 2017 gebildeten Sondervermögens durch das Land Niedersachsen wird die MHH mit ihrer dafür gegründeten Tochtergesellschaft, der Hochschulmedizin Bau- und Gebäudemanagement Hannover GmbH, die bauliche Erneuerung der MHH-Universitätsmedizin umsetzen. Mit den Neubauten am Stadtfeldweg soll die Position der MHH als führender Standort der Hochleistungs- und Innovationsmedizin in Niedersachsen dauerhaft gestärkt und ausgebaut werden. Die BIM-Methodik bietet insbesondere für den Neubau der MHH-Universitätsmedizin eine wichtige und zeitgemäße Grundlage für effiziente und qualitativ hochwertige Planungs- und Bauprozesse.

Abbildung 10  
Logo der Medizinischen Hochschule Hannover



Die Klinikum Region Hannover GmbH (KRH) mit Sitz in Hannover ist ein kommunaler Krankenhausverbund in der Region Hannover, in deren alleinigem Eigentum er sich befindet. Der Verbund ist entstanden durch den Zusammenschluss der Kreiskrankenhäuser des ehemaligen Landkreises Hannover und der städtischen Kliniken der Stadt Hannover. Die Klinikgruppe mit 3.400 Betten und rund 8.500 Mitarbeitenden versorgt jährlich rund 135.000 Patienten stationär und zudem 160.000 ambulant. Der in der Trägerschaft der Region Hannover befindliche Klinikverbund gehört damit zu den größten kommunalen Klinikunternehmen Deutschlands. Mit rund 40 % Marktanteil ist die Gesellschaft der größte Anbieter von Gesundheitsdienstleistungen in der Region Hannover. In der Landeshauptstadt Hannover und dem Umland betreibt das kommunale Unternehmen zehn Krankenhäuser. Neben der Grund- und Regelversorgung bieten die Krankenhäuser in vielen medizinischen Fachgebieten eine spezialisierte Maximalversorgung mit überregionaler Bedeutung. Die KRH-Häuser kooperieren in medizinischen Zentren und Netzwerken eng miteinander. Die Patienten können so von den fachlichen Kompetenzen und Möglichkeiten des gesamten Krankenhausverbunds profitieren. Die KRH hat derzeit mehrere große Neubauprojekte in der Planung bzw.

Realisierung. Alle Bauvorhaben werden als BIM-Projekte aufgesetzt. Neben den Vorteilen durch Designüberprüfung, Simulationen und Fehlermanagement während der Planung sieht die KRH großes Potential im BIM-basierten Gebäudemanagement.

Abbildung 11  
Logo der Klinikum Region Hannover GmbH



Die Universitätsmedizin Göttingen (UMG) der Georg-August-Universität mit Universitätsklinikum und medizinischer Fakultät ist im Verlauf seiner Geschichte zu einer der führenden Ausbildungsstätten für Ärztinnen und Ärzte geworden und nimmt auf dem Gebiet der medizinischen Forschung eine der führenden Positionen in Deutschland ein. Neben den spezifischen Aufgaben eines Hochschulklinikums erfüllt das Göttinger Universitätsklinikum als Krankenhaus der Maximalversorgung in Südniedersachsen sehr weitgehende und vielfältige Aufgaben der Krankenversorgung. Mit rund 7.900 Beschäftigten ist die UMG gleichzeitig die größte Arbeitgeberin der Region Südniedersachsen. Der Geschäftsbereich G3-3 Gebäudemanagement des Vorstandressorts Wirtschaftsführung und Administration ist mit rund 280 Mitarbeitenden für den Betrieb, die Pflege und Instandhaltung, die Logistik, die Energie, aber auch für den An-, Um- und Neubau und sogar für die Sicherheit der gesamten Fläche, sämtlicher Gebäude und technischen Anlagen verantwortlich.

- 70 Gebäude
- 19.000 Räume
- 395.000 m<sup>2</sup> Nutzfläche
- 425.000 m<sup>2</sup> Grundstücksfläche

Im Sachgebiet Baumanagement des Geschäftsbereichs Gebäudemanagement mit knapp 50 Mitarbeitenden werden alle baulichen Maßnahmen von der kleinen Bauunterhaltsmaßnahme für wenige hundert Euro bis hin zur landesfinanzierten Neubaumaßnahme für z. B. Laborgebäude mit Investitionssummen von zurzeit bis zu 40 Mio. Euro realisiert. Für den Großteil der Maßnahmen werden alle neun Leistungsphasen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) abgedeckt. Ein erstes Pilotprojekt, der Neubau des Heart & Brain Centers Göttingen, wurde bereits mit der Planungsmethode BIM erfolgreich geplant und realisiert. Die Übergabe des As-built-Modells an den Gebäudebetrieb steht derzeit kurz bevor.

Abbildung 12  
Logo der Universitätsmedizin Göttingen



Die IMV Schorn GmbH unterstützt das Projekt seit März 2023 bis Projektende in der Entwicklung der BIM-Strategie, während die anderen Partner bereits seit Projektbeginn im September 2023 am Projekt beteiligt sind. Durch einen Vortrag über KlinikBIM an der RWTH Aachen University wurde die IMV Schorn GmbH auf das Projekt aufmerksam. Nach einem gemeinsamen Austausch, Feststellung von Synergien und Rücksprache mit ZukunftBau wurde die IMV Schorn GmbH nachträglich als assoziierter Partner im Projekt eingetragen.

## 2.3 Arbeitspakete und Meilensteine

Die Bearbeitung des Forschungsprojektes KlinikBIM gliedert sich in fünf Arbeitspakete, welche aufeinander aufbauen und für die Entwicklung des KlinikBIM-Leitfadens erforderlich sind. Innerhalb der Arbeitspakete werden jeweils Meilensteine als Zwischenergebnisse angesetzt, welche als Leistungskennzahl für die angestrebte Zielerreichung sowie als Arbeitsgrundlage für die darauffolgenden Arbeitspakete dienen. Eine Übersicht über die einzelnen Arbeitspakete mit den verankerten Meilensteinen ist in Tabelle 1 dargestellt, während AP für Arbeitspaket steht.

Tabelle 1  
Darstellung der Arbeitspakete im Projekt inklusive der zugeordneten Meilensteine

Arbeitspaketnummer und Bezeichnung	Beschreibung Meilenstein
AP 1: Analyse des Status quo der Forschung und Technik zur BIM-Anwendung im Gesundheitssektor	Identifizierung und Analyse von zehn nationalen und zehn internationalen BIM-Projekten
AP 2: Analyse der konventionellen Projektabwicklung im Krankenhausbau	Validiertes BPMN-Prozessmodell über den gesamten Projektverlauf inklusive Rollen und Verantwortlichkeiten
AP 3: Definition einer BIM-Strategie für den Krankenhausbau	Erarbeitung einer Strategie mit Handlungsempfehlungen inklusive AIA- und BAP-Mustervorlagen
AP 4: Pilotierung am Realprojekt	Pilotierung der entwickelten BIM-Strategie am Realprojekt
AP 5: Erstellung eines praxisorientierten KlinikBIM-Leitfadens	Entwicklung eines anwendungsbezogenen Leitfadens für die BIM-Implementierung im Krankenhausbau und Dokumentation der erlangten Ergebnisse

## 3 Hintergrundinformationen

In diesem Kapitel werden die Besonderheiten des Gesundheits- und des Krankenhauswesens sowie der BIM-Methodik dargestellt. Insgesamt bildet dieses Kapitel die Basis der Informationen für die darauffolgende Forschung und behandelt die hierfür notwendigen grundlegenden Informationen.

### 3.1 Das Gesundheitswesen in Deutschland

#### 3.1.1 Aufbau und Entwicklung

Das Gesundheitswesen bezeichnet die Gesamtheit aller öffentlichen Einrichtungen, welche der Förderung und dem Erhalt der Gesundheit dienen und zusätzlich Krankheiten und Seuchen bekämpfen<sup>25</sup>. In Deutschland spielt das Gesundheitswesen auch wirtschaftlich eine zentrale Rolle, da im Jahr 2020 die Gesundheitsausgaben 441 Mrd. Euro betragen, was 5.300 Euro pro Person in Deutschland entspricht und 13,1 % des Bruttoinlandsproduktes in Deutschland darstellen. Die Ausgaben betragen im Jahr 2000 214.651 Mio. Euro haben sich seitdem mehr als verdoppelt.<sup>26</sup> Neben dem hohen finanziellen Niveau gibt es in Deutschland zudem 5,8 Mio. Personen, die im Gesundheitswesen arbeiten<sup>27</sup>. Dies macht einen Anteil von 12,8 % aller Erwerbstätigen in Deutschland aus<sup>28</sup>. Unterteilt wird das Gesundheitswesen in die stationäre Versorgung, die ambulante ärztliche Versorgung sowie die integrierte Versorgung<sup>29</sup>. Im Projekt KlinikBIM wird der Fokus auf Krankenhäuser, welche Bestandteil der stationären Versorgung sind, gelegt, da die Komplexität dort als besonders hoch gilt, worauf im weiteren Verlauf dieser Forschungsarbeit weiter eingegangen wird. Neben Krankenhäusern (Akut-Kliniken) sind zusätzlich Vorsorge- und Rehabilitationseinrichtungen (Reha-Kliniken) ein Teil der stationären Versorgung, welche unter dem Begriff Kliniken zusammengefasst werden<sup>30</sup>. Dagegen werden Krankenhäuser als Einrichtungen definiert, in denen durch ärztliche und pflegerische Hilfeleistung Krankheiten, Leiden oder Körperschäden festgestellt, geheilt oder gelindert werden sollen oder Geburtshilfe geleistet wird und in denen die zu versorgenden Personen untergebracht und gepflegt werden können<sup>31</sup>.

Seit 1991 hat sich die Struktur in Deutschland mit Blick auf die Anzahl der Krankenhäuser, Fallzahlen und die durchschnittliche Verweildauer im Krankenhaus kontinuierlich gewandelt. Dabei ist die Anzahl der Krankenhäuser von 2.411 auf 1.903 Krankenhäuser gesunken und zeitgleich die Fallzahl von ca. 15 Mio. auf knapp unter 19,5 Mio. Patienten im Jahr 2019 gestiegen. Die durchschnittliche Verweildauer im Krankenhaus ist jedoch von 14 Tagen auf 7,2 Tage gesunken. Die Fallzahl von 16,8 Mio. Patienten aus dem Jahr 2020 stellt einen Ausreißer im Trend der letzten 30 Jahre dar und ist auf die Auswirkungen der Corona Pandemie zurückzuführen. Aus diesem Grund werden in dieser Arbeit die Fallzahlen bis zum Jahr 2019 betrachtet.<sup>32</sup> Der Rückgang der Verweildauer ist zum einen auf neue diagnostische, therapeutische und operative Verfahren zurückzuführen, zum anderen insbesondere auf die Einführung von Fallpauschalen pro Patienten. Da allein die Patientenaufnahme per Pauschale, unabhängig der tatsächlich entstandenen Kosten, honoriert wird, besteht vor allem ein starker ökonomischer Anreiz, die Verweildauer zu begrenzen, da ein hoher finanzieller Druck auf den Krankenhäusern lastet<sup>33</sup>.

Bei der Entwicklung der Krankenhauszahlen verändert sich zudem die prozentuale Aufteilung in Bezug auf die Trägerschaft der Krankenhäuser. Bei den Trägern wird dabei insgesamt zwischen den öffentlichen, privaten, freigemeinnützigen Krankenhausträgern unterschieden. Öffentliche Krankenhausträger sind Körperschaften,

---

<sup>25</sup> (Duden 2018)

<sup>26</sup> (Statistisches Bundesamt, Zweigstelle Bonn 2023)

<sup>27</sup> (Statistisches Bundesamt 2019)

<sup>28</sup> (Statistisches Bundesamt 2020)

<sup>29</sup> (Busse, Schreyögg und Stargardt 2012)

<sup>30</sup> (Bienert und Wagner 2018, S. 822)

<sup>31</sup> (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2023, S. 1)

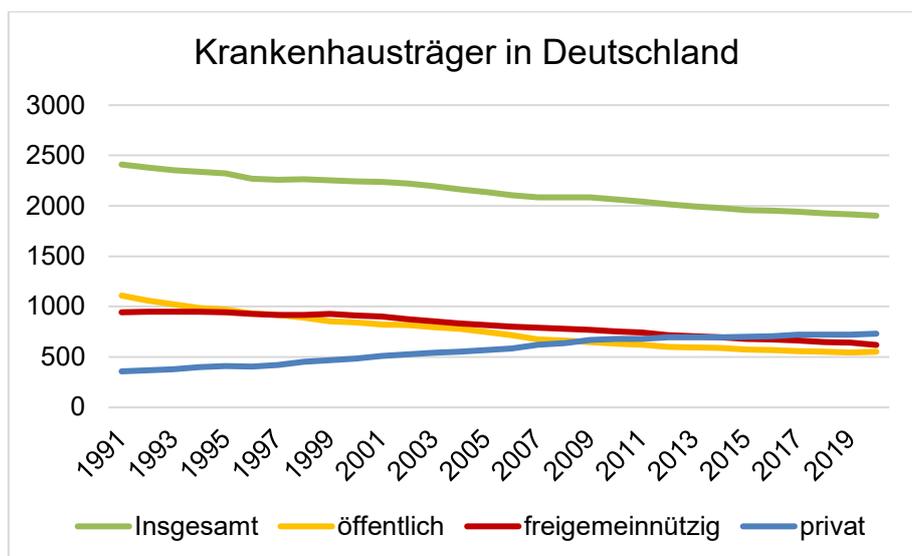
<sup>32</sup> (Statistisches Bundesamt 2022a)

<sup>33</sup> (BDO AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Deutsches Krankenhausinstitut 2015, S. 33)

Anstalten oder Stiftungen des öffentlichen Rechts. Mögliche öffentliche Träger sind der Bund, Länder, Bezirke, Landkreise, Gemeinden, kommunale Gebietskörperschaften, Städte, öffentliche Zweckverbände und Gesellschaften mit beschränkter Haftung, wenn über 50 % der Stimmrechte bzw. des Nennkapitals bei öffentlichen Trägern liegen. Freigemeinnützige Krankenhausträger arbeiten auf dem Grundsatz der Gemeinnützigkeit und Freiwilligkeit, wodurch bei solchen nicht die Gewinnerzielung im Vordergrund steht, sondern ausschließlich die Deckung der Betriebskosten. Träger dieser Trägerschaft können gemeinnützige Vereine und Stiftungen, karitative Organisationen, kirchliche Orden und Kongregationen (Klosterverbände) sein. Private Krankenhausträger sind unter anderem natürliche Personen, juristische Personen des Privatrechts und haben im Gegensatz zu den anderen Trägern das Ziel der Gewinnerzielung. Private Krankenhausträger können dabei Aktiengesellschaften (AG), Gesellschaften bürgerlichen Rechts (GbR), Gesellschaften mit beschränkter Haftung, rechtsfähige Vereine oder Stiftungen des Privatrechts sein.<sup>34</sup>

Bei diesen Krankenhausträgern besteht der Trend, wie in Abbildung 13 dargestellt, dass die öffentlichen und freigemeinnützigen Krankenhausträger abnehmen, während die privaten Krankenhausträger zunehmen.

Abbildung 13  
Entwicklung der Krankenhausträger in Deutschland von 1991 bis 2020



Quelle: Eigene Darstellung nach Auswertungen des Statistischen Bundesamtes<sup>35</sup>

Die Finanzierung der Krankenhäuser in Deutschland wird durch das Krankenhausfinanzierungsgesetz (KHG), dem Gesetz zur wirtschaftlichen Sicherung der Krankenhäuser und zur Regelung der Krankenhauspflegesätze, geregelt<sup>36</sup>. Dieses verfolgt folgende Absicht:

„Zweck dieses Gesetzes ist die wirtschaftliche Sicherung der Krankenhäuser, um eine qualitativ hochwertige, patienten- und bedarfsgerechte Versorgung der Bevölkerung mit leistungsfähigen digital ausgestatteten, qualitativ hochwertigen und eigenverantwortlich wirtschaftenden Krankenhäusern zu gewährleisten und zu sozial tragbaren Pflegesätzen beizutragen.“<sup>37</sup>

Gemäß KHG ist die Krankenhausfinanzierung auf Bundesebene durch ein duales Finanzierungssystem geregelt. Dabei wird zwischen der Investitionskostenfinanzierung der Betriebskostenfinanzierung differenziert. Unter Betriebskosten fallen Kosten für den gesamten medizinischen Bedarf, die Medizintechnik sowie Personalkosten, welche von den Krankenkassen finanziert werden. Zu den Investitionskosten zählen Kosten für die Errichtung (Neubau, Umbau und Erweiterungsbau) von Kliniken, des Erwerbs von Anlagegütern

<sup>34</sup> (Reimbursement Institute (Hg.) 2021)

<sup>35</sup> (Statistisches Bundesamt (Destatis) 2020, S. 16)

<sup>36</sup> (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2023)

<sup>37</sup> (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2023, § 1 Abs. 1 KHG)

sowie Kosten der Wiederbeschaffung der Güter des zum Krankenhaus gehörenden Anlagevermögens. Die Investitionsfinanzierung durch die Länder gliedert sich dabei in zwei weitere Bereiche, die Einzelförderung und die Pauschalförderung.<sup>38</sup> Die Einzelförderung finanziert überwiegend Neu- und Erweiterungsbauten, während die Pauschalförderung für kleinere Baumaßnahmen und Wiederbeschaffungen von Anlagengütern dient, deren Höhe sich an der Versorgungsstufe und an der Bettenanzahl orientiert, jedoch in den unterschiedlichen Bundesländern variiert.<sup>39</sup>

### 3.1.2 Ursachen und Auswirkungen der Unterfinanzierung

Dadurch, dass die Bundesländer allerdings nur ein Teil der durch das KHG geschuldeten Investitionen zur Verfügung stellen, gibt es in Deutschland seit Jahren einen Investitionsstau. Für die Jahre 2019 bis 2021 lag der Investitionsbedarf zwischen 6,1 und 6,3 Mrd. €. Bei der Betrachtung der gesamten KHG-Investitionsfördermittel im Jahr 2020 mit 3.267,62 Mio. € ist zu erkennen, dass ca. 50 % des Bedarfes gefördert wird.<sup>40</sup> Da der Baupreisindex mit 15,3 % zwischen Februar 2022 und 2021 für Bürogebäude und gewerbliche Betriebsgebäude stark gestiegen ist, ist davon auszugehen, dass der Investitionsbedarf, welcher auch abhängig von den Baukosten ist, ebenfalls weiter steigen wird.<sup>41</sup> Des Weiteren nimmt die Lücke zwischen nominalen und realen KHG-Mitteln seit 1991 stetig zu, sodass im Jahr 1991 die realen Mittel 32,5 % unter den nominalen Mitteln liegen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im Vergleich zum Jahr 1991 die nominalen Mittel 2019 nur bei ca. 86 % liegen, während die realen Kosten auf einen Wert von ca. 53 % gesunken sind.<sup>42</sup> Die ausschlaggebende Ursache für die geringe Investitionsfähigkeit der Krankenhäuser ist demnach eine nicht ausreichende Finanzierung durch die Bundesländer. Demnach müssen betriebswirtschaftlich erforderliche Investitionen gezwungenermaßen selbst finanziert werden, wodurch das Betriebsergebnis gemindert und das Verlustrisiko erhöht wird.<sup>43</sup>

„Faktisch wird nur noch die Hälfte der Krankenhausinvestitionen aus öffentlichen Fördermitteln bestritten. Die andere Hälfte der erforderlichen Investitionen steuern die Krankenhäuser anderweitig bei, etwa über Überschüsse aus den Leistungsentgelten. Die Gewinnmargen der Krankenhäuser reichen aber zumeist nicht aus, um den Investitionsbedarf zu decken oder Kredite finanzieren zu können. Nur jeweils rund ein Viertel der Krankenhäuser hat in den letzten Jahren eine hinreichende Rendite zur Finanzierung notwendiger Investitionen erzielt oder erwartet dies für die Zukunft.“<sup>44</sup>

Da sich die Medizin in einem stetigen Wandlungsprozess befindet und die Innovationszyklen von Medizin und Medizintechnik immer kürzer werden, gehen steigende Investitionskosten für den Bau und Betrieb von Krankenhäusern einher. Die geringe Investitionsfähigkeit und Investitionsquote gefährdet die Perspektive der deutschen Gesundheitsversorgung, da Krankenhäuser zu Sparmaßnahmen greifen müssen, was eine Verschlechterung der Arbeitsbedingungen, des Komforts sowie des baulichen Zustands mit sich bringt.<sup>45</sup> Eine Überalterung und ein Abbau der notwendigen baulich-technischen Infrastruktur kann sich schließlich auch auf den Patienten auswirken, da schlecht ausgestattete Krankenhäuser keine optimale und qualifizierte medizinische Leistungserbringung ermöglichen.<sup>46</sup>

### 3.1.3 Technische Anforderungen an den Krankenhausbau

Wie bereits in der Problemstellung beschrieben zählen Krankenhausbauten zu sehr komplexen Bauwerken und stellen beteiligte Planer, Betreiber und ausführende Bauunternehmen vor große Herausforderungen. Denn neben den typischen Projektbeteiligten spielen im Krankenhausbau auch weitere Akteure, wie ärztliches Personal und Pflegekräfte eine bedeutende Rolle, mit welchen es aufgrund von fehlender Einbindung ins

<sup>38</sup> (Deutsche Krankenhausgesellschaft, Dezernat II 2018, S. 3f)

<sup>39</sup> (BDO AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Deutsches Krankenhausinstitut 2015, S. 9)

<sup>40</sup> (Deutsche Krankenhaus Gesellschaft Dezernat II 2020)

<sup>41</sup> (Statista Research Department 2022)

<sup>42</sup> (Deutsche Krankenhaus Gesellschaft Dezernat II 2020, S. 84)

<sup>43</sup> (BDO AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Deutsches Krankenhausinstitut 2015, S. 7)

<sup>44</sup> (BDO AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Deutsches Krankenhausinstitut 2015, S. 7)

<sup>45</sup> (Deutscher Ärzteverlag GmbH 2018)

<sup>46</sup> (BDO AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Deutsches Krankenhausinstitut 2015, S. 7)

Projekt bzw. mangelnder Kommunikation häufig zu Konflikten und folglich Planungsverzögerungen kommt.<sup>47</sup> Die Krankenhausplanung erfordert eine durchgängige hochwertige Qualität, da die Medizin- und Labortechnik viele Schnittstellen zu den anderen Gewerken der TGA hat und die Neigung zu Schnittstellenfehlern zwischen den Gewerken vergleichsweise hoch ist. Des Weiteren sind im Planungsprozess eine Menge an Anforderungen wie, städtebauliche, ökologische, funktionelle, medizinische, hygienische, betriebliche, technische und wirtschaftliche Anforderungen zu berücksichtigen. Zusätzliche zentrale Anforderungen im Vergleich zu anderen Gebäuden bei Krankenhäusern stellen die Hygiene, der Brandschutz, der Strahlenschutz sowie die Barrierefreiheit dar<sup>48</sup>. Die baulichen Anforderungen an den Krankenhausbau werden in diesem Kapitel aufgeführt.

Der Brandschutz stellt dabei eine besonders komplexe Aufgabe dar, da Krankenhäuser öffentliche Gebäude sind, in denen vorwiegend bettlägerige Patienten liegen, für welche die Selbstrettung nicht möglich ist. Die besondere Rolle wird auch daraus ersichtlich, dass der Krankenhausbau nach MBO §2 Absatz 4, Stand 2022, dem Sonderbau zugeordnet wird und er deswegen besondere Anforderungen erfüllen muss, die unter anderem in §51 geregelt sind. Das primäre Schutzziel ist im Krankenhausbau der Personenschutz, wobei Patienten in der Regel eingeschränkt, hilfsbedürftig, geräteabhängig und desorientiert und Besucher nicht ortskundig sein können und damit zu leiten sind. Dadurch ist das Personal in Krankenhäusern zusätzlich zur Hilfestellung auszubilden. Das sekundäre Schutzziel ist der Objektschutz, wobei dabei das Ziel die Betriebssicherheit ist, sodass der laufende Betrieb sichergestellt ist. Ein weiteres Ziel des Objektschutzes ist der Sachschutz von medizinischen Geräten und der Gebäudesubstanz.<sup>49</sup>

Insgesamt wird der bauliche Brandschutz in Deutschland durch das Bauordnungsrecht festgeschrieben, welches unter das Landesrecht fällt. In den verschiedenen Ländern ist dies durch die 16 Landesbauordnungen festgelegt, für welche die MBO als Grundlage dient. Diese wird jährlich durch die Bauminister in der Bauministerkonferenz, der ARGEBAU, aktualisiert<sup>50</sup>.

Da Krankenhäuser nach den verschiedenen Landesbauordnungen zu den Sonderbauten gehören, gibt es für diese von den Ländern teilweise noch zusätzliche Regeln. Krankenhausspezifisch wurde 1976 für die bundesweite Anwendung die Muster-Krankenhausbauverordnung verfasst. Sie wurde jedoch nur in Nordrhein-Westfalen als krankenhausspezifische Landesordnung in Kraft gesetzt, jedoch ist sie seit Dezember 2009 unwirksam. Allerdings dient sie in Nordrhein-Westfalen und den anderen Bundesländern noch als Orientierung.<sup>51</sup> Nach Penth et al. wird in Tabelle 2 dargestellt, welche Länder eine eigene Sonderbauvorschrift für den Krankenhausbau in Kraft gesetzt haben.

Tabelle 2  
Krankenhausspezifische Vorgaben der Bundesländer Bundesländern

Bundesland	Krankenhausspezifische Vorgaben
Baden-Württemberg	Hinweise des Wirtschaftsministeriums Baden-Württemberg über den baulichen Brandschutz in Krankenhäusern und baulichen Anlagen entsprechender Zweckbestimmung vom 26. April 2007
Berlin	Verordnung über Errichtung und Betrieb von Krankenhäusern, Krankenhausaufnahme, Führung von Krankengeschichten und Pflegedokumentationen und Katastrophenschutz in Krankenhäusern (Krankenhaus-Verordnung) vom 30. August 2006

<sup>47</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015, S. 9)

<sup>48</sup> (Schulte 2012)

<sup>49</sup> (Merschbacher 2021, S. 277 ff.)

<sup>50</sup> (Merschbacher 2021, S. 210 f.)

<sup>51</sup> (Penth, et al. 2016, S. 9)

Bundesland	Krankenhausspezifische Vorgaben
Brandenburg	Verordnung über bauaufsichtliche Anforderungen an Krankenhäuser und Pflegeheime im Land Brandenburg (Brandenburgische Krankenhaus- und Pflegeheim-Bauverordnung) vom 21. Februar 2003
Hamburg	Brandschutztechnische Anforderungen an Krankenhäuser <sup>52</sup>
Nordrhein-Westfalen	Verordnung über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern (Krankenhausbauverordnung) vom 21. Februar 1978, außer Kraft seit 31.12.2009
Saarland	Richtlinie über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern (Krankenhausbaurichtlinie) vom 1. März 2003
Sachsen	Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums des Innern über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern und Pflegeheimen (Sächsische Krankenhaus- und Pflegeheimbaurichtlinie – SächsKhPfbauR) Entwurf vom 07.01.2005
Sachsen-Anhalt	Richtlinie über den Bau und Betrieb von Krankenhäusern (KrBauR) vom 21. Mai 2002, außer Kraft 31.12.2007.
Schleswig-Holstein	Standardprogramm für Krankenhäuser in Schleswig-Holstein vom August 2012

Quelle: Eigene Darstellung

Da nicht jedes Bundesland eine Krankenhausbaurichtlinie besitzt und erhöhte Anforderungen an den Krankenhausbau als Sonderbau gelten, ist es laut den Interviewergebnissen, welche in Kapitel 4.2.2 beschrieben werden, bei Krankenhausprojekten notwendig, dass sich frühzeitig mit dem Bauamt verständigt wird, an welchen Werken bzw. Verordnungen (möglicherweise anderer Bundesländer) sich bei der Erstellung eines Brandschutzkonzeptes orientiert wird. Neben den verschiedenen Bauordnungen muss ebenfalls auf die technischen Regelwerke und auf weitere Standards und Richtlinien geachtet werden.

Zudem spielt der Strahlenschutz im Krankenhausbau im Vergleich zu anderen Bauprojekten eine zentrale Rolle, da im Krankenhaus in der Therapie und Diagnostik in verschiedenen Bereichen ionisierende Strahlen, Röntgenstrahlen und auch radioaktive Stoffe eingesetzt werden. Deshalb müssen verschiedene Schutzmaßnahmen für die Menschen im Umfeld getroffen werden. Diese Schutzmaßnahmen sind in bauliche, betriebliche Maßnahmen und die persönliche Schutzausrüstung unterteilt. Für die baulichen Maßnahmen gilt dabei, dass Bereiche der Röntgendiagnostik, Strahlentherapie und nuklearmedizinischen Diagnostik sowie der Therapie von anderen Räumen abgeschirmt werden müssen. Beim Strahlenschutz passiert dies beispielsweise durch Bleigleichwerte in Baustoffen wie Fußböden, Decken und Wänden.<sup>53</sup> Zentrale Normen, die im Zusammenhang mit dem Strahlenschutz im Bauvorhaben betrachtet werden müssen, sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Neben den brandschutz- und strahlentechnischen Anforderungen stellt auch das Erfüllen der Krankenhaushygiene eine der zentralen Grundlagen dar, auf welche die Planung eines Krankenhauses aufbaut. Das Hauptziel der Hygiene ist dabei, dass Infektionserreger nicht weiterverbreitet werden können. Hierzu werden infektionskranke Patienten im Krankenhaus beispielweise durch Isolierzimmer isoliert, wodurch die Hygiene bereits in der Bedarfsplanung der LPH 0 (siehe Kapitel 4.2.2) in die Planung eingebunden werden muss. Dafür wird in der Planung ein Krankenhaushygieniker eingebunden, welcher eine medizinische und

<sup>52</sup> (Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen Amt für Bauordnung und Hochbau 2016)

<sup>53</sup> (Wischer und Riethmüller 2007, S. 121 f.)

einrichtungsbezogene Risikoanalyse durchführt. Die Wichtigkeit der Krankenhaushygiene zeigt sich auch daran, dass in Deutschland jährlich 400.000 – 600.000 Patienten an teilweise vermeidbaren oder beeinflussbaren Krankenhausinfektionen erkranken und jährlich 10.000 – 20.000 daran versterben.

Nach dem Infektionsschutzgesetz §23 Absatz 3, welches das Ziel der Infektionsbekämpfung hat, müssen Krankenhäuser sicherstellen, dass nach dem Stand der medizinischen Wissenschaft alle erforderlichen Maßnahmen getroffen sind, um Infektionen und deren Ausbreitung zu vermeiden. Dies ist gewährleistet, wenn die Krankenhäuser die Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) und der Kommission Antiinfektiva und Therapie vom Robert-Koch-Institut beachten. Dabei veröffentlicht die KRINKO beispielsweise Empfehlungen wie die „Anforderungen der Hygiene an die baulich-funktionelle Gestaltung und apparative Ausstattung von Endoskopieeinheiten“, womit 5 grundlegende Anforderungen an die Größe und hygienischen Standards von Räumen gestellt werden und die Anordnung von Räumen empfohlen wird. Zudem verweist das KRINKO auf weitere Werke wie die Planungs- und Arbeitshilfen des Arbeitsbereiches Krankenhausbau (ARGEBAU) der Bauministerkonferenz, auf welche in Unterabsatz 2.1.3.2 eingegangen wird.

Neben den bereits genannten Aspekten wie des Brandschutzes, des Strahlenschutzes und der Hygiene gibt es noch zahlreiche weitere Anforderungen des Deutschen Instituts für Normung (DIN), der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung etc. Beispielsweise ist das Erstellen eines Raum- und Funktionsprogramms nach der DIN 13080 für die Planung eines Krankenhauses essenziell. In Tabelle 3 wird eine Übersicht über relevante Regeln der Technik für den Krankenhausbau gegeben.

Tabelle 3

Zusätzliche Regeln der Technik im Krankenhausbau (ApBetrO = Apothekenbetriebsordnung, ArbStättV = Arbeitsstättenverordnung, Abkürzungen: ASR = Technische Regeln für Arbeitsstätten, BGI = Berufsgenossenschaftliche Information für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, DGK = Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V., DGKH = Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene, DGUV = Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, EN= Europäische Norm, ISO = Internationale Organisation für Normung, KRINKO = Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, VDE = Verband der Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik)

Regelwerk	Titel
ApBetrO	Verordnung über den Betrieb von Apotheken
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ASR	Verschiedene Arbeitsstättenrichtlinien, wie die ASR A1.5. Fußböden
BGI/DGUV-I 850-0	Sicheres Arbeiten in Laboratorien
DGK	Leitlinie zum Einrichten und Betreiben von Herzkatheterlaboren und Hybridoperationssälen/Hybridlaboren
DGKH	Krankenhaushygienische Leitlinie für die Planung, Ausführung und den Betrieb von Raumluftechnischen Anlagen in Räumen des Gesundheitswesens
DGUV Information 207-016	Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes - Basismodul
DGUV Information 207-017	Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes

Regelwerk	Titel
DGUV Information 207-027	Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes - Anforderungen an Pflegebereiche Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes - Anforderungen an Pflegebereiche
DIN 11197	Medizinische Versorgungseinheiten
DIN 13080	Gliederung des Krankenhauses in Funktionsbereiche und Funktionsstellen
DIN 18040	Barrierefreies Bauen- Planungsgrundlagen- Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude
DIN 1946-4	Raumluftechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens
DIN 25422	Aufbewahrung und Lagerung sonstiger radioaktiver Stoffe - Anforderungen an Aufbewahrungseinrichtungen und deren Aufstellungsräume zum Strahlen-, Brand- und Diebstahlschutz
DIN 4066	Hinweisschilder für die Feuerwehr
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau- Teil 1: Mindestanforderungen
DIN 5035-3	Beleuchtung mit künstlichem Licht - Teil 3: Beleuchtung im Gesundheitswesen
DIN 6812	Medizinische Röntgenanlagen bis 300 KV — Regeln für die Auslegung des baulichen Strahlenschutzes
DIN 6843	Strahlenschutzregel mit offen Radioaktiven Stoffen
DIN 6844-1 / -2	Nuklearmedizinische Betriebe
DIN EN 60601-1	Medizinische elektrische Geräte - Teil 1: Allgemeine Festlegungen für die Sicherheit einschließlich der wesentlichen Leistungsmerkmale
DIN EN 60825-4	Entwurf Sicherheit von Lasereinrichtungen - Teil 4: Laserschutzwände
DIN EN ISO 7396	Rohrleitungssysteme für medizinische Gase
DIN VDE 0100-710	Errichten von Niederspannungsanlagen —Teil 7-710: Anforderungen von Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art — Medizinisch genutzte Bereiche
DIN VDE 0834-1	Rufanlagen in Krankenhäusern, Pflegeheimen und ähnlichen Einrichtungen - Teil 1: Geräteanforderungen, Planen, Errichten und Betrieb

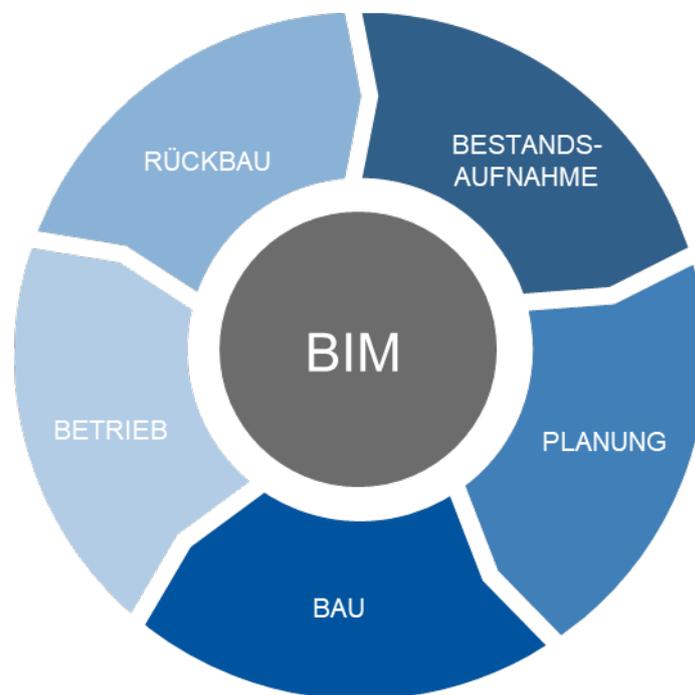
Regelwerk	Titel
KRINKO-Richtlinie	Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention

Quelle: Eigene Darstellung

### 3.2 Building Information Modeling

Aufgrund der vielen und speziellen Anforderungen an die Planung und das Bauwerk ist im Projekt eine transparente Kommunikation und geregeltes Informationsmanagement im Projekt von hoher Bedeutung. Zudem bedarf es Methoden, die verfügbaren finanziellen Mittel effizient einzusetzen und nachhaltige Gebäudestrukturen zu schaffen, die auch den künftigen Bedarf abdecken können und dabei eine Flexibilität im gesamten Lebenszyklus ermöglichen. In diesem Zusammenhang kann die digitale Methode BIM effizient eingesetzt werden. Dabei bezeichnet BIM eine kooperative Methode, mit welcher auf Grundlage digitaler Modelle eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus relevanten Informationen und Daten konsistent erfasst, verwaltet und in einer transparenten Kommunikation zwischen den Beteiligten ausgetauscht und für die weitere Anwendungen übergeben werden<sup>54</sup>.

Abbildung 14  
Lebenszyklusübergreifende Anwendung von BIM auf Basis des digitalen Modells



Quelle: Eigene Darstellung

Die digitalen Modelle werden im Projektverlauf objektorientiert modelliert. Hierbei ist sowohl die geometrische Erstellung und die Weiterführung als auch die Anreicherung der Modelle mit semantischen Informationen und Daten inkludiert. Die Modelle und Daten werden auf einer zentralen Datenbasis, der CDE hinterlegt und laufend aktualisiert, sodass das Projektteam stets einen Zugriff auf den aktuellen Stand hat. Dieses transparente Informations- und Datenmanagementsystem wird auch als „Single Source of Truth“, der einzigen Quelle der Wahrheit bezeichnet. Mithilfe offener Datenaustauschformate, wie z. B. IFC, können die einzelnen Fach- und Teilmodelle zu einem Kollaborationsmodell zusammengefügt und überprüft werden.

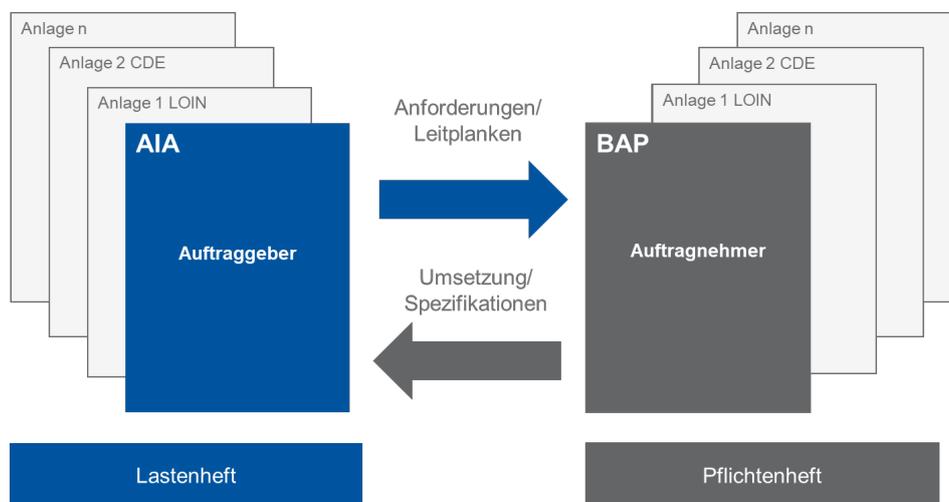
<sup>54</sup> (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2015, S. 4)

Auch die Kommunikation bei der Feststellung eines Fehlers bzw. Problems erfolgt offen und transparent über das Issuemanagement mithilfe des Austauschformats BIM Collaboration Format. Dies ermöglicht eine Übersicht über aktuelle Herausforderungen und Arbeitsstände und dient der Nachvollziehbarkeit im Projektverlauf.

Die Tiefe der Transparenz eines BIM-Modells hängt von der gewählten Methode des Datenaustauschs ab. Hierbei lassen sich jeweils Little BIM und Big BIM sowie Closed BIM und Open BIM gegenüberstellen. Little BIM lässt sich durch die Nutzung einer spezifischen BIM-Software von einem einzelnen Planer im Rahmen seiner Aufgaben beschreiben. Dabei wird ein digitales Gebäudemodell erzeugt und Pläne abgeleitet. Eine Weiternutzung des Modells sowie die Nutzung des Modells zur Koordination der Planung zwischen den beteiligten Fachplanern wird nicht angestrebt, wodurch das Potenzial einer durchgängigen Nutzung digitaler Gebäudeinformationen unerschlossen bleibt. Im Gegensatz dazu dient Big BIM einer konsequent modellbasierten Kommunikation zwischen allen Beteiligten, welche sich über alle Phasen des Lebenszyklus eines Gebäudes hinweg erstreckt. Der Datenaustausch und die Koordination der Zusammenarbeit erfolgt über Internetplattformen und Datenbanklösungen. Die Unterscheidung zwischen Closed und Open BIM liegt in der Wahl der Datenaustauschmethode. Werden ausschließlich Softwareprodukte eines Herstellers mit entsprechend herstellerbezogenen Schnittstellen eingesetzt handelt es sich um Closed BIM. Erfolgt der Datenaustausch über offene, herstellerneutrale Datenformate, die den Austausch zwischen Produkten verschiedener Hersteller ermöglichen, liegt ein Open BIM-Modell vor<sup>55</sup>. Die Ansätze Little / Big und Open / Closed werden projektspezifisch kombiniert, z. B. Big open BIM.

Für eine eindeutige Vereinbarung der BIM-Leistungen definiert der Bauherr vor Planungsbeginn die Anforderungen an das Modell mithilfe Festlegung von BIM-Anwendungsfällen und Zielen in den AIA, vergleichbar mit dem Lastenheft in der konventionellen Planung. Daraufhin definieren die Auftragnehmer den BAP, welcher die Anforderungen aus den AIA aufnimmt und die Umsetzung spezifiziert. Der BAP kann im konventionellen Planungsprozess mit dem Pflichtenheft verglichen werden. Der BAP wird über den gesamten Projektverlauf fortgeschrieben, wobei Änderungen stets mit dem Auftraggeber abzustimmen sind. Das Vorgehen zur AIA- und BAP-Erstellung ist in Abbildung 15 dargestellt und verdeutlicht den Aufbau des BAPs auf die AIA.

Abbildung 15  
Zusammenhang zwischen Erstellung der AIA und des BAPs



Quelle: Eigene Darstellung

Für ein optimales Projektergebnis ist ein gemeinsames Verständnis der BIM-Anwendung für die Zusammenarbeit essenziell, um die Prozesse effizient abwickeln zu können. Dazu zählt unter anderem die

<sup>55</sup> (Ministerium für Heimat/Kommunales/Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen 2021, S. 34)

Kenntnis über die BIM-Rollen und deren Aufgaben. Die Richtlinienreihe der VDI 2552 umfasst die grundlegenden Informationen zu BIM und definiert z. B. in Blatt 1 die Grundlagen und in Blatt 2 wesentliche Begrifflichkeiten. Folglich werden die BIM-Rollen in Anlehnung an den BIM-Mittelstandsleitfaden<sup>56</sup> beschrieben und in Abbildung 16 deren Interaktion dargestellt.

Das BIM-Management vertritt die Interessen und Anforderungen des Bauherrn. Es verfasst im Rahmen des Projektmanagementprozesses die AIA, indem es Informationsbedarfe aus allen Lebenszyklusphasen zusammenführt, BIM-Ziele und -Anwendungen definiert und die erstellten BIM-Modelle im Sinne der bauherrenseitigen Qualitätssicherung prüft.

Die BIM-Gesamtkoordination handelt auf Seiten des Auftragnehmers. Sie koordiniert und definiert fachgewerkübergreifend die operative Umsetzung der BIM-Anwendung, erstellt den BAP und ist für die Einhaltung der vertraglich vereinbarten Qualität der Modelle verantwortlich. Außerdem überwacht sie die Einhaltung von BIM-Standards und BIM-Richtlinien und übernimmt somit beispielsweise die Kollisionsprüfung zwischen den einzelnen Modellen der Planer. Die Rolle der BIM-Gesamtkoordination wird im Regelfall durch den federführenden Objektplaner übernommen.

Die BIM-Fachkoordination agiert auftragnehmerseitig. Im Rahmen des Wertschöpfungsprozesses ist sie für die operative Umsetzung der BIM-Ziele eines Bauwerks zuständig und wird durch die beteiligten Fachdisziplinen eingesetzt. Sie arbeitet der BIM-Gesamtkoordination zu und verantwortet die Erstellung und Einhaltung der geforderten Qualitäten seiner jeweiligen Fach- und Teilmodelle.

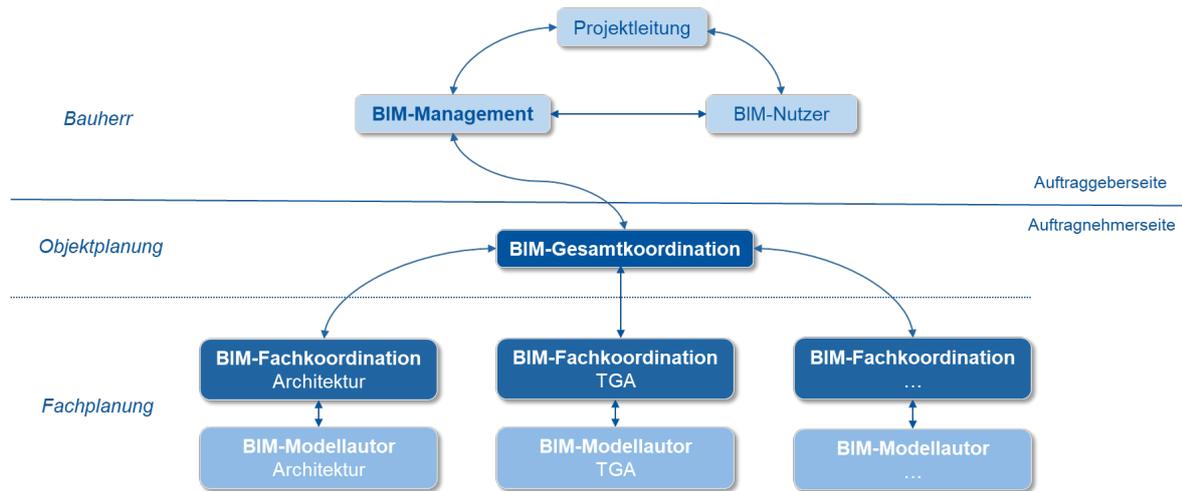
Der BIM-Autor ist das Projektmitglied, welches das jeweils spezifische Datenmodell eines Bauwerks in Abstimmung mit der fachspezifischen BIM-Fachkoordination digital mit Bauteilen und Bauelementen in der vorgegebenen Qualität bearbeitet und modelliert. Er handelt auf Seiten des Auftragnehmers und ist für die Erstellung BIM-konformer Bauwerksmodelle im vorgegebenen Modellierungsgrad mit der gewünschten Informationstiefe zuständig.

Der BIM-Nutzer bzw. die BIM-Nutzerin handelt auf Seiten der Bauherrenschaft und der Auftragnehmerseite. Er ist das Projektmitglied, welches das Datenmodell ausschließlich zur Informationsgewinnung und individuellen Informationsverwertung nutzt und dem Modell keine Daten oder Informationen hinzufügt. Die BIM-Nutzer und -Nutzerinnen im Krankenhausbau sind die Betreiber des Krankenhauses, das ärztliche Personal, die Pflegekräfte und in der Theorie auch die Patientinnen und Patienten, wobei diese nicht in Planungsmaßnahmen involviert werden. Häufig gibt es im Krankenhaus auch eine zuständige Nutzer- oder Patientenvertretung, welche die Rolle des BIM-Nutzers einnimmt.

---

<sup>56</sup> (Bergische Universität Wuppertal 2018, S. 27 f.)

Abbildung 16  
Organigramm der BIM-spezifischen Rollen im Projektablauf



Quelle: Eigene Darstellung

## 4 Projektverlauf und Ergebnisse

Im folgenden Kapitel wird die Durchführung zur Erzielung der Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete, welche in Kapitel 2.3 aufgeführt wurden, detailliert beschrieben und begründet. Die Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete werden im Anschluss dargestellt.

### 4.1 Status quo der BIM-Implementierung im Krankenhausbau

Für die Erstellung eines praxisnahen Leitfadens ist es zunächst erforderlich, den bisherigen Stand der Wissenschaft und der Praxis auf dem Areal zu untersuchen, um darauf im Leitfaden aufbauen zu können. Diese grundlegende Arbeit stellt den ersten Meilenstein im Projekt dar und ist in AP1 angesetzt. Das Ziel dieses Arbeitspakets beläuft sich darauf, Handlungsempfehlungen aus dem Status Quo zu identifizieren und zu analysieren, um diese entsprechend im Leitfaden berücksichtigen zu können.

#### 4.1.1 Methodisches Vorgehen

Um ein Gesamtbild des Status Quo für die BIM-Implementierung im Krankenhausbau darstellen zu können, wird sowohl der Stand der Wissenschaft als auch der Stand der Praxis betrachtet. Der Stand der Wissenschaft wird mithilfe einer systematischen Literaturanalyse analysiert, während der Stand der Praxis durch Experteninterviews, sowie einer Fallstudie von BIM-Krankenhausprojekten untersucht wird. Eine Übersicht des Vorgehens wird in Abbildung 17 dargestellt.

Abbildung 17  
Methodisches Vorgehen zur Ermittlung des aktuellen Stands der BIM-Anwendung im Krankenhausbau



Quelle: Eigene Darstellung

Bevor die systematische Literaturanalyse gestartet werden kann, ist es erforderlich passende Schlüsselwörter für die Recherche zu identifizieren. Hierfür wird eine unsystematische Literaturanalyse nach dem Schneeballprinzip mithilfe der Suchmaschine Google Scholar und einer allgemeinen Websuche vorangestellt, um ein Bild über die Bandbreite des Forschungsstandes in dem Bereich zu erhalten. Dabei wird sowohl nach deutscher als auch englischer Literatur recherchiert. Nach Verschaffen eines Überblicks in diesem Themenareal werden geeignete Schlüsselwörter festgelegt, mit welchen die internationalen Datenbanken Web of Science, Science Direct und Scopus iterativ durchsucht werden. Hierfür werden die ausgewählten Schlüsselwörter während des Suchprozesses mithilfe Boolescher Operatoren unterschiedlich kombiniert, um auf geeignete Literatur zu stoßen. Die systematische Literaturanalyse wird auf englische Literatur beschränkt. Des Weiteren wird die Suche zeitlich eingeschränkt, sodass nur Quellen, welche ab dem Jahr 2014 veröffentlicht wurden,

berücksichtigt werden. Dies hat den Hintergrund, da es ab 2014 einen signifikanten Anstieg von relevanter Literatur gibt, welche den technischen Fortschritt bei der Weiterentwicklung der BIM-Methodik widerspiegelt. Nach Durchlaufen des iterativen Suchprozesses gilt es, Duplikate, welche sich aus den verschiedenen Datenbanken ergeben, auszusortieren und die bestehenden Artikel zunächst aufgrund der Titel, dann hinsichtlich der Abstracts nach ihrer Eignung zu bewerten, um eine entsprechende Literaturliste zu erhalten. Im Rahmen dieses Berichts wird nur eine selektierte Auswahl der Literatur dargestellt, um einen Überblick zum Status quo der Forschung im Bereich BIM-Implementierung im Krankenhausbau abbilden zu können. Die Ergebnisse werden im folgenden Kapitel 4.1.2 dargestellt.

Um einen ganzheitlichen Status quo abzubilden, wird zudem der aktuelle Stand der Praxis untersucht. Hierfür werden zunächst zum Thema „Chancen und Herausforderungen von BIM im Krankenhausbau“ interviewt. Die Experten sind erfahrene Fachleute im Bereich Krankenhausbau und gehören verschiedenen fachlichen Bereichen wie Tragwerksplanung, Architektur oder der Bau- und Betriebsabteilung des Betreibers an. Da diese Forschung im Rahmen des KlinikBIM-Projektes zur Einführung von BIM im deutschen Krankenhausbau durchgeführt wird, sind die Experten aus Deutschland. Die Experten werden aus dem Kreis des Projektkonsortiums gewählt. Ergänzend werden Interviews mit Experten außerhalb des Projektkonsortiums durchgeführt, die bereits Erfahrung mit der Anwendung der BIM-Methodik in Krankenhausprojekten sammeln konnten, um eine valide Aussagekraft mit den Ergebnissen erzielen zu können. Aufgrund des späteren Einstiegs der IMV Schorn GmbH zum Zeitpunkt als die Ermittlung des Status quo und somit die Interviewauswertung bereits abgeschlossen war, wurde mit diesem Unternehmen kein Experteninterview durchgeführt. Die Experten für die Interviews setzen sich wie folgt zusammen: Sechs Interviews werden mit Personen innerhalb des Projektkonsortiums durchgeführt - hiervon zwei Interviews mit Personen ohne und vier Personen mit Erfahrung in der BIM-Anwendung. Außerhalb des Konsortiums werden vier weitere Experteninterviews mit Personen geführt, die ebenfalls Erfahrungen mit der BIM-Methode besitzen. Die Experten außerhalb des Konsortiums setzten zum Zeitpunkt der Interviewdurchführung BIM-Projekte im Krankenhausbau um:

- Experteninterview mit Mitarbeitern der Firma VAMED VHP aus den Bereichen Projektsteuerung im Gesundheitswesen und BIM Management, die das Neubauprojekt der Prosektur in Köln (Ersatzneubau) begleiten.<sup>57</sup> Dieses Projekt ist ebenfalls Teil der Fallstudie mit BIM-Referenzprojekten in Kapitel 4.1.4.
- Experteninterview mit einem Mitarbeitenden von dsp Ingenieure + Planer AG, der am Neubau und die Sanierung des Bestandes des Spitals Lachen beteiligt ist.<sup>58</sup>
- Experteninterview mit dem Projektmanager für das BIM-Projekt der Cnopf'sche Kinderklinik (Abriss, Neubau und Sanierung des Bestandes)<sup>59</sup> <sup>60</sup>. Dieses Projekt ist ebenfalls Teil der Fallstudie mit BIM-Referenzprojekten in Kapitel 4.1.4.
- Experteninterview mit einem Mitarbeitenden der ZECH Hochbau AG, dem Generalunternehmer des Neubaus Klinikum Frankfurt Höchst. Als Pilotprojekt für die Entwicklung eines Passivhausstandards wurde die BIM-Methodik eingesetzt.<sup>61</sup> <sup>62</sup> Dieses Projekt ist ebenfalls Teil der Fallstudie mit BIM-Referenzprojekten in Kapitel 4.1.4.

Vorab wird ein Leitfaden mit Fragen erstellt, um eine einheitliche Struktur in den Durchführungen zu gewährleisten. Dieser enthält Fragestellungen zu Chancen und Herausforderungen der BIM-Anwendung im Krankenhausbau, separiert nach den Lebenszyklusphasen. Obwohl die Fragen vordefiniert sind, werden Rückfragen in der Durchführung zugelassen, um ein klares Ergebnis zu erzielen. Als Auswertungsmethodik wird die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring gewählt. Diese Methode ist geeignet, um die für den

---

<sup>57</sup> (Alkhatib 2022)

<sup>58</sup> (Schindler, Interviewgespräch 2022)

<sup>59</sup> (Diakoneo HdöR Klinik Hallerwiese 2022)

<sup>60</sup> (Drees & Sommer 2022)

<sup>61</sup> (Kilic und Diebold 2018)

<sup>62</sup> (Bender 2021a)

Krankenhausbau spezifischen Aspekte der BIM-Anwendung zu extrahieren. Des Weiteren besteht durch die Interviews, welche teilstandardisiert durchgeführt werden, die Möglichkeit aktuelle Informationen zu erhalten, die aufgrund des frühen Standes der BIM-Implementierung im Krankenhausbau in Deutschland in der Fachliteratur noch nicht abzurufen sind. Während der Auswertung wird das Interviewmaterial nach ausgewählten Kategorien strukturiert, gefiltert und gegenübergestellt. Die Einteilung erfolgt in Haupt- und Unterkategorien und ist abhängig von dem Ergebnismaterial. Anhand dieser Methodik wird die Zuordnung der genannten Chancen und Herausforderungen den betrachteten Lebenszyklusphasen des Krankenhauses zugeordnet. Da die Interviewpartner, wie bereits erwähnt, im Baubereich tätig sind, beziehen sich die genannten Chancen und Herausforderungen auf das Krankenhausgebäude. Weitere mögliche Anwendungsfälle für das Krankenhaus-Service-Management, deren Basis das digitale Modell bildet, werden in einem gemeinsamen Workshop mit den befragten Experten entwickelt, worauf in Kapitel 4.3 näher eingegangen wird.

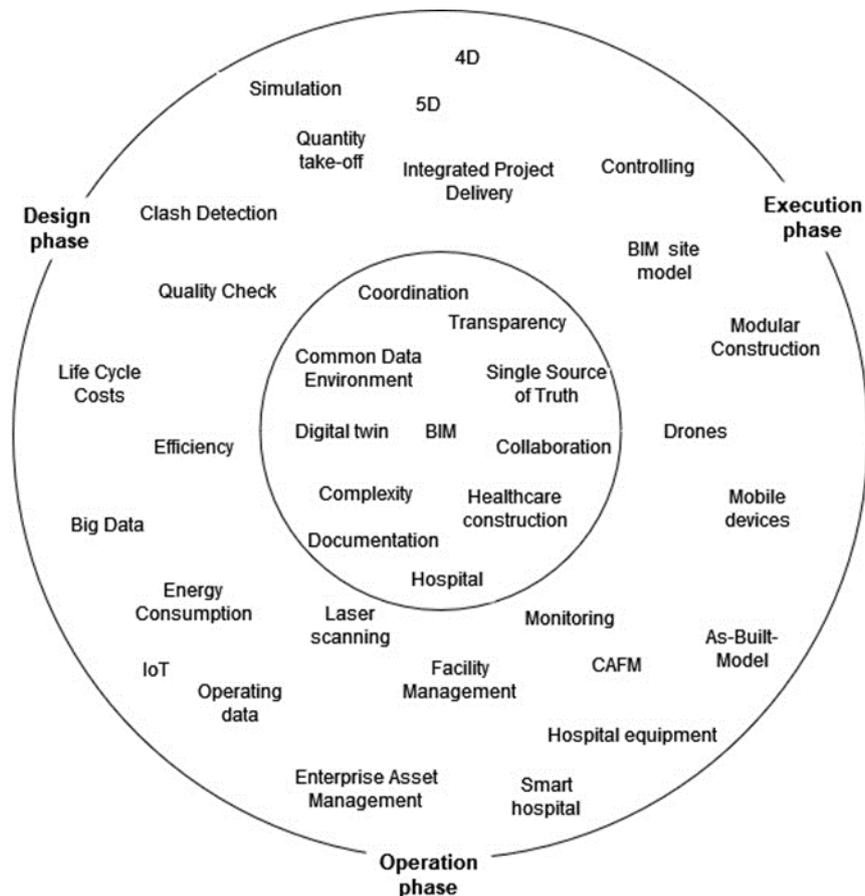
Neben der Durchführung von Experteninterviews wird zur ganzheitlichen Abbildung des Status quo der Praxis eine Fallstudie angewandt, in der internationale und deutsche BIM-Projekte im Krankenhausbau analysiert werden. Ziel dabei ist es, den deutschen und internationalen Stand gegenüberzustellen, Unterschiede zu identifizieren und zu hinterfragen. Somit können Ergebnisse aus Ländern, in welchen die BIM-Anwendung im Vergleich zu Deutschland beispielsweise weiter fortgeschritten ist, im Leitfaden berücksichtigt werden. Insbesondere soll identifiziert werden, welcher BIM-Ansatz in den Referenzprojekten ausgewählt wurde und weshalb dieser ausgewählt wurde. Die Forschungsfrage, auf welche im Kapitel 4.1.4 genauer eingegangen wird, zielt darauf ab. Für die Datenerhebung wird in dieser Analyse auch graue Literatur zugelassen, da die Webseiten der Referenzkrankenhäuser aktuellere Informationen zu den Projekten liefern als Forschungsartikel. Die hierfür angewandte Literaturrecherche erfolgt unsystematisch, um gezielt nach Realprojekten und Informationen zu recherchieren. Das Auswahlkriterium hierbei besteht lediglich darin, dass es sich um ein Krankenhausbauprojekt handelt und hierfür die BIM-Methodik angewandt wurde. Ob es sich um einen Neubau, einen Ersatzneubau, einen teilweisen Neubau oder eine Renovierung handelt, spielt für die Auswahl keine Rolle. Projekte, über welche keine ausreichende Informationsbasis beschafft werden kann, werden in dieser Studie nicht weiter betrachtet. Für die Datenerhebung sind folgende Parameter relevant: Jahr des Projektbeginns (Planung und Bau), Jahr der Inbetriebnahme, Anzahl der Betten, Bruttogeschossfläche, Projektkosten und der gewählte Ansatz der BIM-Methode. Diese Kategorien werden aufgrund der anfänglichen Forschungsergebnisse bei Formulierung der Forschungsfrage für die Fallstudie festgelegt, um diese durch die tabellarische Darstellung und Auswertung beantworten zu können. Falls Projekte keine Informationen zu diesen Kategorien enthalten, werden Kontaktpersonen (z. B. aus Architektur- und Planungsbüros oder den Krankenhäusern selbst) per E-Mail kontaktiert, um die Datenlücken zu schließen. Nach Erhalt zahlreicher Antworten war die Datengrundlage für eine Analyse ausreichend. Für die Angabe des BIM-Ansatzes, nehmen die Autorinnen in einigen Fällen Interpretationen vor, wenn sie aus der Projektbeschreibung, den BIM-Anwendungsfällen oder den BIM-Zielen abgeleitet werden können unter der Angabe der jeweiligen Quelle. Bei dennoch fehlenden Daten, werden die Zellen mit "keine Angabe" (k. A.) gefüllt. Die Anzahl der fehlenden Daten gilt als minimal und beeinflusst daher nach Einschätzung der Autorinnen die Ergebnisse der Studie nicht signifikant.

Um einen Vergleich zwischen deutschen und internationalen Projekten sicherzustellen, wird jeweils die gleiche Anzahl ausgewählt. Für eine globale Bewertung des internationalen Stands der BIM-Implementierung wird eine breite geografische Verteilung internationaler Projekte in Betracht gezogen. Dieser Ansatz zielt darauf ab, Projekte aus verschiedenen Standorten weltweit einzubeziehen, um eine breitere Darstellung und ein besseres Verständnis der globalen Landschaft der BIM-Implementierung im Krankenhausbau zu gewährleisten. Sobald ein heterogenes Datenset aus den Parametern hervorgeht, wird die Recherchearbeit eingestellt und mit der Auswertung zur Beantwortung der Forschungsfragen gestartet.

#### 4.1.2 Systematische Literaturanalyse

Durch das beschriebene Vorgehen der vorangestellten unsystematischen Literaturrecherche werden die Schlüsselwörter für die systematische Literaturanalyse festgelegt, welche in Abbildung 18 aufgeführt sind. Nach Erkenntnissen der unsystematischen Literaturrecherche wird für das weitere Vorhaben der Literaturrecherche nicht der gesamte Lebenszyklus, sondern nur die Phasen Planung, Bau und Betrieb betrachtet, da zu der Rückbauphase während des unsystematischen Suchprozesses keine Literatur gefunden werden kann.

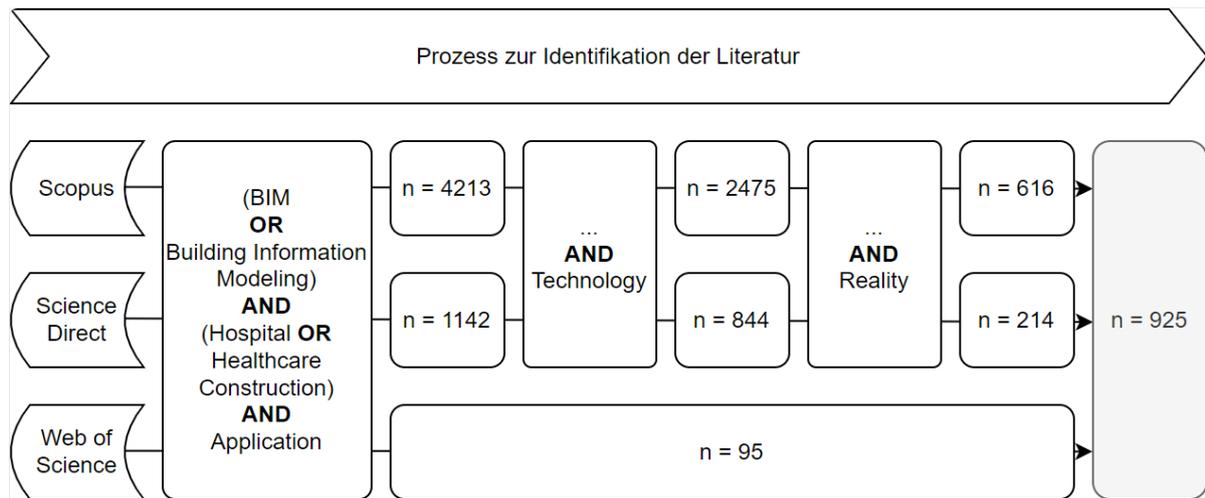
Abbildung 18  
Identifizierte Schlüsselwörter zur Anwendung im Rahmen der systematischen Literaturanalyse in internationalen Datenbanken



Quelle: Eigene Darstellung

Die abgebildeten Schlüsselwörter werden mithilfe verschiedener Kombinationen durch Boolesche Operatoren verbunden und in die Suchen der Datenbanken Scopus und Science Direct von Elsevier sowie von Web of Science iterativ eingesetzt, wodurch insgesamt 925 Treffer identifiziert werden können (siehe Abbildung 19).

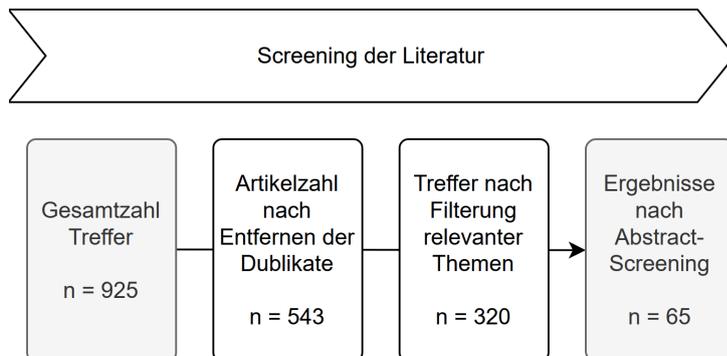
Abbildung 19  
Teil I der systematischen Literaturanalyse – Prozess zur Identifikation von Literaturwerken im Forschungsbereich



Quelle: Eigene Darstellung

Im nächsten Schritt, welcher in Abbildung 20 abgebildet ist, werden die Treffer zunächst nach Doppelungen aus den verschiedenen Datenbanken geprüft und entsprechend aussortiert. Durch Screening der Titel, Schlüsselwörter und der Abstracts kann die Literaturanzahl auf 65 reduziert werden.

Abbildung 20  
Teil II der systematischen Literaturanalyse – Filterprozess zur Identifikation der für den Zweck relevanten Literatur

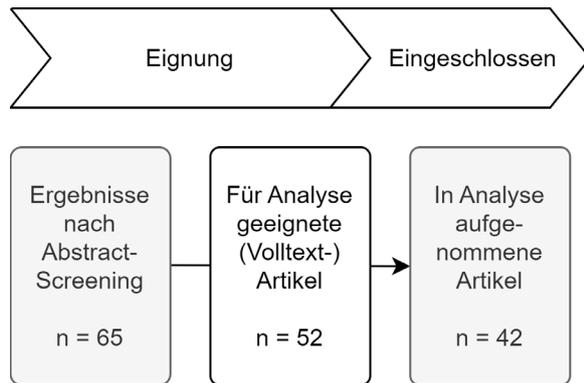


Quelle: Eigene Darstellung

Im Anschluss wird der vollständige Inhalt der 65 Literaturwerke auf Eignung sowie Überschneidungen geprüft und entsprechend limitiert, sodass final 42 Forschungsberichte in diese Studie miteinfließen (siehe Abbildung 21).

Abbildung 21

Teil III der systematischen Literaturrecherche – Entscheidungsprozess zur Berücksichtigung der Literaturwerke in der Studie



Quelle: Eigene Darstellung

Die Trefferzahl aus der systematischen Literaturrecherche nach dem Screeningprozess deutet darauf hin, dass der Begriff BIM im Krankenhausbau bereits Thema ist. Im folgenden Schritt werden die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Praxisnähe evaluiert. Die Auswahl der Ergebnisse ist in Tabelle 4 und Tabelle 5 chronologisch dargestellt. Da nicht nur während der systematischen Literaturrecherche relevante Literatur identifiziert wurde, sondern auch im Rahmen der unsystematischen Recherche, werden auch diese Ergebnisse in diesem Kapitel abgebildet. Englischsprachige Literatur, welche im Rahmen der unsystematischen Recherche gesichtet wurde, wurde anschließend auch im Rahmen der systematischen Analyse identifiziert. Demnach werden in Tabelle 4 nur die deutschsprachigen Literaturwerke aus der unsystematischen Literaturrecherche aufgeführt. Die Resultate der systematischen Recherche, in welcher die internationale Literatur analysiert wurde, werden dagegen in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 4

Übersicht der relevanten deutschsprachigen Literatur bzgl. BIM im Krankenhausbau

Jahr	Autorinnen und Autoren	Titel und Kurzbeschreibung
2022	Riello, Nguyen	<p><b>Brandschutztechnische Auslegung der Installationstechnik beim Kantonsspital Baden</b></p> <p>Die Vorteile einer gewerkeübergreifenden Planung modularer Tragsysteme mit der BIM-Methodik werden am Beispiel des Kantonsspitals Baden erörtert. Außerdem wird auf ihre Auslegung im Brandfall hingewiesen. Aus dem Artikel gehen Gründe hervor, warum bei einer bereichsübergreifenden Planung und Koordination der betroffenen Gewerke eine Anwendung der BIM-Methodik erstrebenswert ist.</p>
2021	Albrecht et al.	<p><b>Medizintechnikplanung mit BIM: Neue Wege zu neuen Zielen</b></p> <p>Der Artikel macht auf eine zentrale Problemstellung bei der Planung von Krankenhäusern und ihrer medizintechnischen Ausstattung mit BIM aufmerksam. In der Medizintechnik ist ein Großteil der Geräte, die in einem Krankenhaus zum Einsatz kommen, nicht dreidimensional darstellbar, weshalb neben einem digitalen Gebäudemodell auch eine separate Datenbank angelegt werden muss. Diese hat alle technischen Informationen und Kosten für die vollständige Planung der Medizintechnik zu enthalten und muss der Planung für eine gewerkeübergreifende Zusammenarbeit zur Verfügung gestellt werden.</p>

Jahr	Autorinnen und Autoren	Titel und Kurzbeschreibung
2020	Fachgruppe "BIM im Krankenhausbau" im buildingSMART Deutschland e. V.	<p><b>KIA: Klinik-Informationsanforderungen: Grundlagen für die Anwendung der BIM-Methode im Klinikbau</b></p> <p>In den Klinik-Informationsanforderungen (KIA) werden auf die Bedürfnisse des Klinikbaus angepasste Grundlagen beschrieben, die für einen erfolgreichen Einsatz der BIM-Methode bei der Planung von Gesundheitseinrichtungen werben. Diese sind über die gesamte Projektdauer verbindlich und müssen von allen Planungsbeteiligten eingehalten werden. Die Art und der Umfang des digitalen Informationsaustausches, der für eine Realisierung eines gemeinsam angelegten Bauwerksdatenmodells notwendig ist, werden in den KIA festgelegt und erläutert. Auf eine Anwendung der BIM-Methode, während der Operation and Maintenance Phase von Krankenhäusern wird nicht eingegangen. Die in den KIA detailliert beschriebenen Arbeitspakete sollen dem AG dabei helfen, den für sein Bauvorhaben passenden BIM-Leistungsumfang festzustellen und in sein Vergabeverfahren miteinzubeziehen. Die Arbeitspakete bieten zusätzlich eine Hilfestellung bei der Ausarbeitung von AIA und bei der Erarbeitung eines BAP.</p>
2019	Ebbecke, Rein	<p><b>Building Information Modeling – Die neue DNA für Bauprojekte: Nur ein Trendthema oder ein Paradigmenwechsel in der Planung?</b></p> <p>Der in dem Buch „Krankenhausbau: Architektur und Planung, bauliche Umsetzung, Projekt- und Betriebsorganisation“ enthaltene Aufsatz erzählt von den Vorteilen einer projektübergreifenden Anwendung der BIM-Methodik bei der Realisierung von Klinikbauten. Die Möglichkeit einer grenzüberschreitenden Zusammenarbeit aller Planer an einem gemeinsamen BIM-Gebäudemodell wird von den Autoren am Beispiel der Vorplanung des US-Klinikums Weilerbach in Deutschland beschrieben.</p>
2015	Holzhausen et al.	<p><b>Zukunft. Klinik. Bau: Strategische Planung von Krankenhäusern</b></p> <p>Wie mit den Herausforderungen, mit denen sich die Trägerschaft von Krankenhäusern in Zukunft konfrontiert sieht, umgegangen werden kann, wird in diesem Handbuch erläutert. Es werden verschiedene Ansätze einer strategischen Planungssystematik erarbeitet, mit denen sich Prozessabläufe und bauliche Strukturen bei der Realisierung von Krankenhäusern nachhaltiger umsetzen lassen. Dabei wird jedoch nicht direkt auf eine Anwendung der BIM-Methodik verwiesen. Dennoch lassen sich mit Hilfe der in dieser Quelle dargestellten Instrumente und Mechanismen einer modernen, zeitgemäßen und innovativen Krankenhausplanung Rückschlüsse auf die Chancen und Herausforderungen einer erfolgreichen BIM-Implementierung im Klinikbau ziehen.</p>

Quelle: Eigene Darstellung

Tabelle 5  
Übersicht der relevanten internationalen Literatur bzgl. BIM im Krankenhausbau

Jahr	Autorinnen und Autoren	Titel und Kurzbeschreibung
2022	Wang	<p><b>Application of BIM Technology in Hospital Engineering Project</b></p> <p>(Deutsch: Anwendung der BIM-Technik in einem Krankenhausbauprojekt)</p> <p>Anhand des Ausbauprojektes der ambulanten Station eines Krankenhauses in der chinesischen Provinz Henan wird durch den Autor beschrieben, wie BIM bei den anstehenden Planungs- und Baumaßnahmen eingesetzt wurde. Insbesondere wird auf eine Kollisionsprüfung und eine im Voraus erstellte virtuelle Baustelleneinrichtung durch BIM eingegangen. Allgemein werden die Vorteile der Anwendung von BIM bei medizinischen Bauprojekten zusammengefasst.</p>
2021	Zhen	<p><b>Application and Innovation of BIM Technology in Construction Management Stage of Large Medical Construction Projects</b></p> <p>(Deutsch: Anwendung und Innovation der BIM-Technologie in der Bauphase großer medizinischer Bauprojekte)</p> <p>Wie die Anwendung von BIM dazu beigetragen konnte, den Neubau des Universitätsklinikums der Medizinischen Universität Dalian in China zu optimieren, wird durch den Autor anhand einzelner Abläufe in diesem Bericht erläutert. Beispielsweise konnte durch eine Ableitung dreidimensionaler Schalungs- und Bewehrungspläne aus dem BIM-Modell des Krankenhauses die Realisierung einzelner Positionen deutlich erleichtert werden.</p>
2021	Chen et al.	<p><b>Modular composite building in urgent emergency engineering projects: A case study of accelerated design and construction of Wuhan Thunder God Mountain/Leishenshan hospital to COVID-19 pandemic</b></p> <p>(Deutsch: Modularer Verbundbau in Notfallprojekten: Eine Fallstudie über die beschleunigte Planung und den Bau des Wuhan Thunder God Mountain/Leishenshan Krankenhauses im Zuge der COVID-19-Pandemie)</p> <p>Durch den Ausbruch des COVID-19 Virus 2019 in chinesischen Stadt Wuhan mussten in kurzer Zeit zwei Gesundheitseinrichtungen in dieser Umgebung gebaut werden, um eine Verbreitung des Virus einzuschränken. Wie BIM zusammen mit einer modularen Bauweise dazu beitragen konnte, dass diese Krankenhausbauprojekte (das Huoshenshan-Krankenhaus und das Leishenshan-Krankenhaus in Wuhan) in Rekordzeit realisiert werden konnten, wird in diesem Artikel beschrieben. Wie BIM die Planung und den Bau dabei vereinfachte und beschleunigte, wird in diesem Artikel beschrieben. Dabei liegt der Fokus auf einer modularen Bauweise, die mit Anwendung von BIM geplant, koordiniert und realisiert wurde.</p>
2020	Petersen et al.	<p><b>Leveraging on Enterprise Building Information Models in Health Care Services: The Case of St. Olav University Hospital</b></p>

Jahr	Autorinnen und Autoren	Titel und Kurzbeschreibung
		<p>(Deutsch: Die Nutzung von unternehmensweiten Gebäudeinformationsmodellen im Gesundheitswesen: Der Fall des St. Olav Universitätskrankenhauses)</p> <p>In diesem Beitrag wird beschrieben, wie BIM in Krankenhäusern zur Optimierung des Betriebs eingesetzt werden kann. Am St. Olav Universitätsklinikum in Norwegen wurde das Konzept des Enterprise BIM erforscht. Ziel war es, die Instandhaltungsprozesse des Krankenhauses zu verbessern. Dazu wurden die Informationen aus den BIM-Modellen mit betriebsrelevanten Daten und Informationen verknüpft.</p>
2020	Akçay et al.	<p><b>A Public BIM Project: Cerrahpaşa Healthcare and Education Facility</b></p> <p>(Deutsch: Ein öffentliches BIM-Projekt: Cerrahpaşa Healthcare and Education Facility)</p> <p>Das Universitätsklinikum der Universität Istanbul-Cerrahpaşa, eines der größten Gesundheitsbauprojekte der Türkei, wurde als BIM-Pilotprojekt ausgeführt. Wie BIM während der Planungsphase des Krankenhauses eingesetzt wurde und welche Vorteile sich dadurch für das Projekt ergaben, wird durch dieser Quelle beschrieben.</p>
2018	Lin et al.	<p><b>Integrated BIM, game engine and VR technologies for healthcare design: A case study in cancer hospital</b></p> <p>(Deutsch: Integrierte BIM-, Game-Engine- und VR-Technologien für die Planung im Gesundheitswesen: Eine Fallstudie in einem Krankenhaus für Krebskranke)</p> <p>Ein neu entwickeltes System, welches BIM, Game Engine und VR-Technologien gemeinsam integriert, um den Entwurf eines Krankenhauses in Taiwan zu evaluieren, wird durch die Autoren in diesem Artikel genauer beleuchtet.</p>
2017	Holten Møller, Bansler	<p><b>Building Information Modeling: The dream of perfect information</b></p> <p>(Deutsch: Building Information Modeling: Der Traum von perfekten Informationen)</p> <p>In diesem Beitrag wird das vorläufige Ergebnis einer Feldstudie über ein großes Krankenhausbauprojekt in Dänemark vorgestellt. Das Projekt umfasst die Planung und den Bau eines neuen Krankenhaushauptgebäudes und die Sanierung der bestehenden Gebäude. Da sich das Projekt noch in der Anfangsphase befand, lag der Fokus durch die Anwendung von BIM auf der Informationsplattform für die Zusammenarbeit zwischen Bauherrn, Architekten, Ingenieuren und künftigen Nutzern, um den konzeptionellen Entwurf zu optimieren.</p>
2015	Merschbrock, Munkvold	<p><b>Effective digital collaboration in the construction industry – A case study of BIM deployment in a hospital construction project</b></p> <p>(Deutsch: Effektive digitale Zusammenarbeit in der Bauindustrie - Eine Fallstudie über den Einsatz von BIM in einem Krankenhausbauprojekt)</p>

Jahr	Autorinnen und Autoren	Titel und Kurzbeschreibung
		Die Einrichtung einer gemeinsamen Datenumgebung für den Neubau eines Krankenhausbauprojektes in Norwegen wird nachträglich durch die Autoren Merschbrock und Munkvold beschrieben. Es wird aufgezeigt, wie wichtig eine disziplinübergreifende kollaborative Zusammenarbeit während der gesamten Projektdauer ist. Beispielhaft wird der Aufbau einer länderübergreifenden Serverstruktur detailliert erläutert.

Quelle: Eigene Darstellung

#### 4.1.3 Chancen und Herausforderungen der BIM-Anwendung im Krankenhausbau

Um die Chancen und Herausforderung der BIM-Anwendung im Krankenhausbau zu identifizieren bzw. um die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche zu ergänzen, werden, wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben, Experteninterviews durchgeführt.

Da die Experten einen heterogenen Kenntnisstand in Bezug auf die Anwendung der BIM-Methodik in Bauprojekten aufweisen, werden unterschiedliche Leitfäden für die Interviews entwickelt, die den jeweiligen Kenntnisstand der Personen berücksichtigen (mit BIM-Erfahrung und ohne BIM-Erfahrung), jedoch nur geringfügig voneinander abweichen. Die Experten außerhalb des Konsortiums werden zudem zu den BIM-Projekten befragt, welche sie derzeit als Projektbeteiligte begleiten oder begleitet haben. Die Interviewleitfäden bestehen aus mehreren Teilen und sind für einen zeitlichen Aufwand von etwa 60 Minuten ausgelegt. Die verschiedenen angewandten Interviewleitfäden und deren Aufbau wird in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6  
Übersicht über die verwendeten Interviewleitfäden für die Experteninterviews

Leitfaden für Experten innerhalb des Konsortiums ohne BIM-Erfahrung	Leitfaden für Experten innerhalb des Konsortiums mit BIM-Erfahrung	Leitfaden für Experten außerhalb des Konsortiums mit BIM-Erfahrung
Anzahl der Interviews: 2	Anzahl der Interviews: 4	Anzahl der Interviews: 4
<b>Struktur des Leitfadens:</b>	<b>Struktur des Leitfadens:</b>	<b>Struktur des Leitfadens:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schnittstellenproblematik konventionelle Planung im Krankenhausbau</li> <li>■ Erwartungshaltung bzgl. BIM (Mögliche Chancen und Herausforderungen der BIM-Methode)</li> <li>■ Aktueller Stand der Implementierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schnittstellenproblematik konventionelle Planung im Krankenhausbau</li> <li>■ Stand BIM-Implementierung im Unternehmen</li> <li>■ Chancen und Herausforderungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schnittstellenproblematik konventionelle Planung im Krankenhausbau</li> <li>■ Details Unternehmen / ausgewähltes Projekt inklusive Chancen und Herausforderungen</li> </ul>

Die Ergebnisse der Experteninterviews fließen in die Ergebnisse des AP1 und AP2 ein. Demnach widmen sich die Fragestellungen neben den Chancen und Herausforderungen ebenfalls den Themen zur Vielzahl der Projektbeteiligten im Krankenhausbau, den verschiedenen Fachdisziplinen sowie den Schnittstellen, um den konventionellen Planungsprozess im Krankenhausbau zu untersuchen, welche dann in den Aufbau des BPNM-

Prozessmodells in AP2 einfließen (siehe Kapitel 4.2.2). Die Experten mit BIM-Erfahrung werden konkret nach den Chancen und Herausforderungen von BIM im Krankenhausbau befragt. Um auch bei den befragten Personen ohne BIM-Erfahrung Angaben zu den Chancen und Herausforderungen zu erhalten, zielen die Fragen dagegen auf die Erwartungshaltung der Experten bzgl. der BIM-Anwendung ab. Innerhalb der Auswertung zu den Chancen und Herausforderungen für BIM im Krankenhausbau werden die Angaben über die genannten Teile hinaus extrahiert. Die Fragestellungen nach den Chancen und Herausforderungen werden separiert nach den Lebenszyklusphasen Planungs-, Bau- und Betriebsphase gestellt. Auch bei den Interviews wird die Rückbauphase nicht weiter berücksichtigt, da die BIM-Anwendung im Krankenhausbau bisher zu jung ist, um Erfahrungen zum Rückbau auswerten zu können, wie das Ergebnis der Literaturanalyse in Kapitel 4.1.2 aufzeigt. Die vollständigen Leitfäden sind dem Anhang A zu entnehmen.

Die Durchführung der Interviews erfolgt im Rahmen von Online-Videokonferenzen, welche durch Audioaufnahmen aufgezeichnet werden, um das Gesprochene im Anschluss zu transkribieren. Daraufhin folgt die Auswertung der Transskripte durch die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring. Die Antworten werden zunächst anonymisiert, nach Themen strukturiert und im Anschluss nach Kategorien geclustert, die themenübergreifend die Chancen und Herausforderungen identifizieren. Die vollständige Auswertung der Interviews ist dem Anhang A zu entnehmen.

Folgende Themenbereiche ergeben sich aus den Transskripten:

- Steckbrief des Objektes
- Organisatorische Abstimmung der Baumaßnahme
- Identifikation von Problemen
- Anwendungsfälle innerhalb des Bauprojektes
- Akzeptanz
- Stand der BIM-Implementierung
- Chancen, Herausforderungen

Die Themen Chancen und Herausforderungen werden überdies in folgende Teilbereiche unterteilt:

- Planungsphase,
- Bauausführung
- Betrieb
- Chancen zukünftiger Projekte
- Herausforderungen im Bestandbau
- Herausforderungen im Unternehmen
- Hürden für die bisherige BIM-Implementierung

Für die Identifikation der Chancen und Herausforderungen werden über die oben aufgeführten Themen hinweg Kategorien gebildet, die jeder Passage themenübergreifend zugeordnet werden. Einer Passage können hierbei mehrere Kategorien zugeordnet werden. Die Kategorien für die Chancen und Herausforderungen im Klinikbau sind der Tabelle 7 wie folgt aufgeführt:

Tabelle 7  
Übersicht über die Kategorien der Chancen und Herausforderungen im Klinikbau

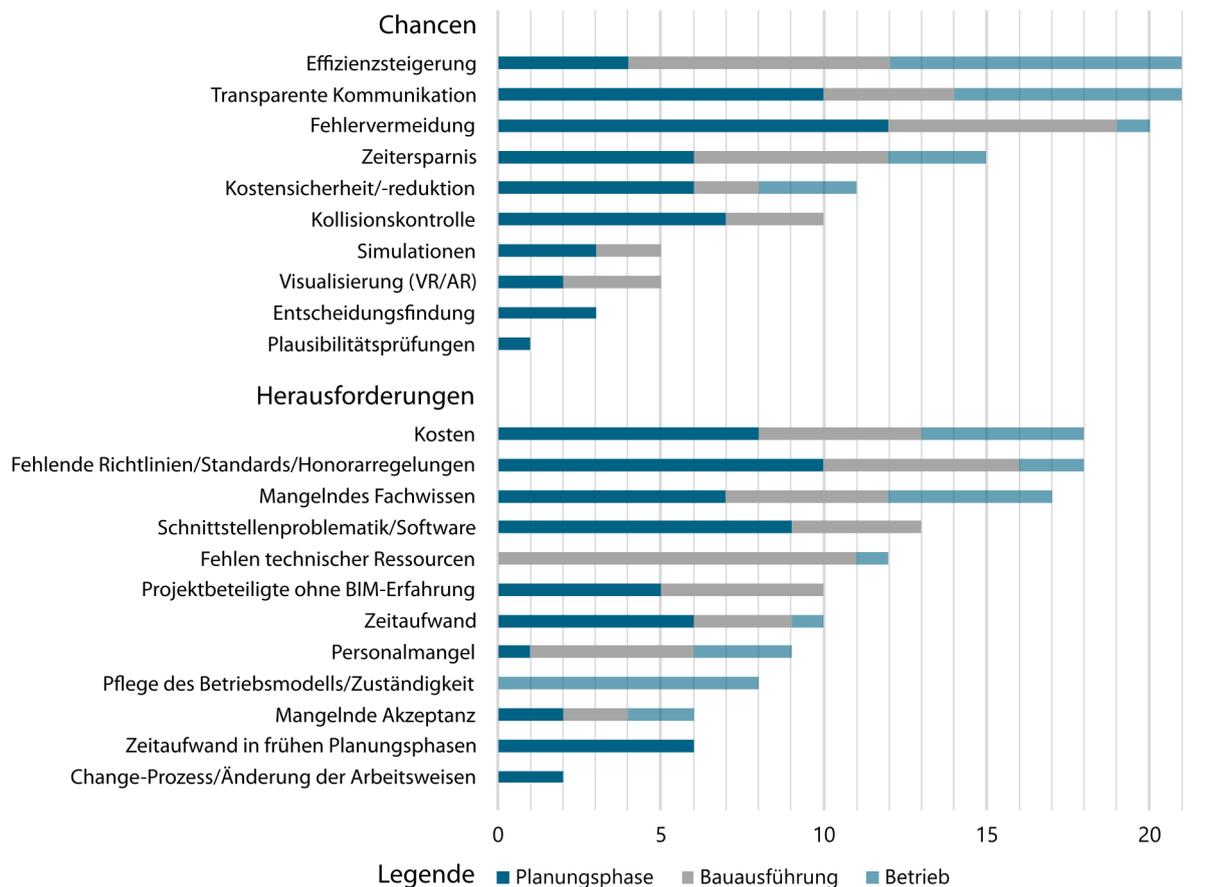
Chancen	Herausforderungen
Effizienz	Kosten

Chancen	Herausforderungen
Entscheidungsfindung	Fehlende Richtlinien / Standards / Honorarregelungen
Fehlervermeidung	Mangelndes Fachwissen
Kollisionskontrolle	Schnittstellenproblematiken / Software
Kommunikation / Transparenz	Fehlen technischer Ressourcen
Kostensicherheit/ -reduktion	Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung
Plausibilitätsprüfung	Zeitaufwand, Personalmangel
Simulationen	Pflege des Betriebsmodells / Zuständigkeit
Visualisierungen / VR / AR	Mangelnde Akzeptanz
Zeitersparnis	Zeitaufwand in früheren Planungsphasen
	Change-Prozess / Änderung der Arbeitsweisen

Quelle: Eigene Darstellung. Die Quellen sind der Interviewauswertung aus Anhang A zu entnehmen

Um einen Überblick zu bekommen, welche Chancen und Herausforderungen innerhalb der verschiedenen Lebenszyklusphasen wahrgenommen werden, erfolgt eine quantitative Erfassung der Erwähnungen zu den Kategorien innerhalb der Planungsphase, der Bauausführung und des Betriebs. Eine Gegenüberstellung zwischen Experten mit BIM-Erfahrung und ohne BIM-Erfahrung in Bezug auf die Anzahl der Erwähnungen erscheint aus Sicht der Autorinnen wenig sinnvoll, da lediglich zwei der Experten ohne bisherige BIM-Erfahrung befragt werden. Eine Übersicht der Ergebnisse ist in der folgenden Abbildung 22 dargestellt.

Abbildung 22  
Übersicht über Chancen und Herausforderungen der BIM-Anwendung in Planung, Bau und Betrieb von Krankenhäusern



Quelle: Eigene Darstellung gemäß der Interviewauswertung aus Anhang A

Viele Chancen werden lebenszyklusübergreifend als Mehrwerte der BIM-Anwendung genannt. Effizienzsteigerung, transparente Kommunikation, Fehlervermeidung, Zeitersparnis und eine Verbesserung der Kostensicherheit und Reduktion werden in Planung, Bauausführung und im Betrieb als Chancen genannt. Andere Chancen werden lediglich innerhalb einzelner Projektphasen als Vorteile aufgeführt. So sind die Kollisionskontrolle, Simulationen und Visualisierung gemäß der Auswertung lediglich für die Planung und Bauausführung der Projekte von besonderer Bedeutung. Entscheidungsfindung und Plausibilitätsprüfungen fallen als Mehrwerte nach der Meinung der Experten hauptsächlich in der Planungsphase ins Gewicht. Chancen für zukünftige Projekte sehen die Experten ohne BIM-Erfahrung im Bereich der Effizienzsteigerung, der Fehlervermeidung und in einer transparenteren Kommunikation. Da der zuletzt genannte Aspekt lediglich im Rahmen des Interviewleitfadens für Experten ohne BIM-Erfahrung behandelt wurde und daher nur zwei Experten des Konsortiums befragt wurden, blieb diese Frage in der grafischen Auswertung unbeachtet, da aufgrund der mangelnden Zahl der Befragten eine Gegenüberstellung dieser Ergebnisse wenig aussagekräftig wäre. In den Kategorien der Fehlervermeidung und Kollisionskontrolle wurde auffällig häufig der Brandschutz von den Interviewenden erwähnt, da dieser zu den anderen Gewerken eine hohe Anzahl von Schnittstellen aufweist und es somit in Bauprojekten häufig im Zusammenhang des Brandschutzes zu Komplikationen kommt. Insbesondere Brandschutztüren stellen laut den Experten oftmals ein Problem im Schnittstellenmanagement dar. Zudem sind die Anforderungen an den Brandschutz in Krankenhäusern sehr komplex und deutlich höher im Vergleich zu anderen Gebäuden, um die Patienten im Brandfall schützen zu können. Die Experten sehen eine deutliche Chance der BIM-Anwendung, um die Umsetzung der Anforderungen des Brandschutzes durch die regelbasierte Prüfung sowie das Schnittstellenmanagement zu verbessern und den Brandschutz besser planen zu können.

Ähnlich wie bei den Chancen und Potentialen werden auch einige Herausforderungen über den gesamten Lebenszyklus hinweg durch die befragten Personen benannt. Hierzu fallen Kosten, fehlende Richtlinien, Standards und Honorarregelung sowie mangelndes Fachwissen am meisten ins Gewicht. Weniger häufig erwähnt, aber ebenfalls über Planung- Bau und Betrieb hinweg, werden Zeitaufwand, Personalmangel sowie ein Mangel an Akzeptanz für das Thema BIM aufgeführt. Fehlende Schnittstellen und Softwareschwierigkeiten werden laut der Experten hauptsächlich in der Planungsphase und Bauausführung genannt. Dieses Ergebnis stellt eine Abweichung zu den Eindrücken und Erkenntnissen dar, die im Rahmen des Forschungsprojektes durch eine Literaturrecherche gesammelt werden konnten. Vor allem im Betrieb wird das digitale Modell mit erheblichem Potential für den Betrieb von Krankenhäusern in Verbindung gebracht. Insbesondere bei komplexen Gebäuden wie Krankenhäuser, bei welchen viele Informationen innerhalb von Prozessen zu Gebäuden, Patientinnen und Patienten, Personal oder Technik verwalten müssen, können von der Nutzung eines digitalen Abbildes als Schnittstelle profitieren. Als mögliche Anwendungsgebiete werden hier digitale Raumbücher, Patientennavigation, und weitere Simulationen benannt.<sup>63</sup> Auch CAFM-Systeme, die schon jahrzehntelang in der Praxis erprobt sind, können durch die Verknüpfung zu BIM-Modellen profitieren, wenn die Grundlagen bereits bei der Erstellung des BIM-Modells berücksichtigt werden.<sup>64</sup> Diese Beschreibungen weisen unter anderem bei den Themen Patientennavigation oder CAFM-Systemen Überschneidungen mit den Ergebnissen des AP3 (Kapitel 4.3), den krankenhausspezifischen Anwendungsfällen, Überschneidungen auf. Überdies nennen auch die befragten Experten innerhalb der Interviews ebenfalls Chancen der BIM-Anwendung in der Betriebphase eines Krankenhauses. Der Widerspruch zu der Auswertung im Bereich der Herausforderungen könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Experten in Planung und Bauausführung die meiste Erfahrung aufweisen und der Schwerpunkt der Interviews daher häufig in diesem Bereich lag.

Fehlende technische Ressourcen sind laut den Experten häufig eine Herausforderung bei der Umsetzung der BIM-Methodik in Bauausführung und Betrieb. Ein hoher Zeitaufwand in den frühen Planungsphasen und ein notwendiger Change-Prozess in den Unternehmen stellen bereits in der Planungsphase ein Hindernis für die BIM-Implementierung dar. Eine signifikante Herausforderung wird für den Betrieb in der Pflege des Betriebsmodells gesehen. Hier sind die Zuständigkeiten für eine Umsetzung häufig nicht klar und erschweren die Nutzung der BIM-Methodik im Betrieb.

Über die verschiedenen Lebenszyklusphasen hinaus nennen die Befragten weiterhin Hindernisse für die BIM-Implementierung im Unternehmen. Hier werden insbesondere die Kosten, eine mangelnde Akzeptanz, das Fehlen von Richtlinien sowie die mangelnde BIM-Erfahrung bei den Projektbeteiligten angebracht. Teilweise stehen im Unternehmen aber auch keine geeigneten Projekte für den Einstieg in die BIM-Implementierung zur Verfügung. Insbesondere im Bestandsbau empfinden die Experten Schwierigkeiten bei der BIM-Implementierung durch den hohen Aufwand der Bestanderfassung, da teilweise keine adäquaten Daten als Basis vorhanden sind. Unklare Zuständigkeiten im Umgang mit der Pflege des Betriebsmodells werden hier ebenfalls aufgeführt. Generell ist festzustellen, dass im Rahmen der Interviewauswertung bei Planung und Bauausführung häufiger Chancen und Herausforderungen genannt wurden. Eine Erklärung hierfür kann sein, dass die Erfahrung der Experten mit der BIM-Anwendung innerhalb dieser beiden Phasen größer ist als im Betrieb.

#### 4.1.4 Fallstudie – BIM-Referenzprojekte im Krankenhausbau

Um Handlungsempfehlungen zu entwickeln, ist es nicht nur erforderlich, den nationalen Status Quo zu analysieren, sondern insbesondere den internationalen Status Quo zu erarbeiten, um Differenzen zu identifizieren und kritisch zu hinterfragen. Bei der Erarbeitung des Status quo der BIM-Implementierung im Krankenhausbau sind bei der Analyse von Referenzprojekten insbesondere Unterschiede bei der Wahl des BIM-Ansatzes zwischen Big, Little sowie Open und Closed BIM aufgefallen. In dieser Studie sollen nun mögliche Zusammenhänge zwischen den Projekten und deren BIM-Anwendung analysiert werden. Hierfür wurden

---

<sup>63</sup> (Knobel 2022)

<sup>64</sup> (Georg Thieme Verlag KG 2017)

folgende Fragestellungen aufgestellt, worauf in der Datenerhebung und der Ergebnisauswertung gezielt eingegangen wird:

- Welcher BIM-Ansatz wurde bei den betrachteten Referenzprojekten am häufigsten gewählt?
- Ist der favorisierte Ansatz bei den nationalen und internationalen Projekten unterschiedlich?
- Hat sich die Wahl des BIM-Ansatzes in der zeitlichen Entwicklung geändert?
- Kann ein Zusammenhang zwischen Projektgröße und Wahl des BIM-Ansatzes festgestellt werden?

Für die Fallstudie können im Rahmen der unsystematischen Literaturanalyse insgesamt zehn nationale und zehn internationale BIM-Krankenhausprojekte mit einem für die Analyse ausreichenden Datensatz identifiziert werden. Diese werden folglich in Tabelle 8, mit Angabe des Ortes und einer kurzen Beschreibung, beginnend mit den deutschen Projekten, dargestellt.

Tabelle 8  
Übersicht der für die Fallstudie ausgewählten BIM-Krankenhausprojekte

Nr.	Krankenhaus	Beschreibung
1	Klinikum Wilhelmshaven, Deutschland	Bei dem Klinikum Wilhelmshaven handelt es sich um einen Ersatzneubau, welcher zwei Bestandskrankenhäuser in der Region ersetzen soll. Eine Besonderheit im Projekt ist die Ringstruktur im Inneren des Gebäudes für kurze Wege und eine optimierte Flächen- und Ressourcenbewirtschaftung. <sup>65</sup>
2	Robert Koch Gehrden – GEH II, Hannover, Deutschland	Neben dem vorhandenen Teilneubau entsteht der zweite Teilneubau GEH II, ohne dabei den Betrieb einschränken zu wollen. Fokus wird dabei auf die Energieeffizienz und die Nachhaltigkeit gesetzt. Zudem sollen die Modelldaten aus der Planung und dem Bau für den Betrieb genutzt werden. <sup>66</sup>
3	Campus Zentralklinikum Lörrach, Deutschland	Im Campus Zentralklinikum Lörrach werden vier bereits bestehende Kliniken zu einem Klinikum verbunden. <sup>67</sup> Eine Besonderheit des Campus Zentralklinikums ist die Wärme- und Kälteenergienutzung aus Grundwasserbrunnen, die eine CO <sub>2</sub> -Einsparung von etwa einem Drittel verglichen zur herkömmlichen Energienutzung von Krankenhäusern darstellt. <sup>68</sup>
4	Klinikum Frankfurt Höchst, Deutschland	Das Klinikum Frankfurt Höchst ist ein Neubau, der sich unmittelbar neben dem bestehenden Krankenhaus befindet und als Maximalversorger fungiert. Die BIM-Methode wurde im Bauprojekt angewendet, da der Neubau gleichzeitig als Pilotprojekt für die Entwicklung eines Passivhausstandards diente, für dessen Verwirklichung die BIM-Methodik als erforderlich eingestuft wurde. Die BIM-Anwendung und die Errichtung des ersten Klinik-Passivhauses führten 2017 zur Verleihung des buildingSMART Awards. <sup>69 70</sup>

<sup>65</sup> (ash Klinikum Wilhelmshaven 2023)

<sup>66</sup> (sweco - Robert Koch Gehrden, Hannover 2023)

<sup>67</sup> (Kliniken des Landkreises Lörrach 2022a)

<sup>68</sup> (ZWG Ingenieur AG - Zentralklinik Lörrach 2022)

<sup>69</sup> (Kilic und Diebold 2018)

<sup>70</sup> (Bender 2021a)

Nr.	Krankenhaus	Beschreibung
5	Flugfeldklinikum Sindelfingen, Deutschland	Das Flugfeldklinikum Sindelfingen besteht aus einem Nordbaukörper und einem Südbaukörper, die durch eine Magistrale verbunden sind. Das digitale Modell des Gebäudes bietet nicht nur eine Darstellung seiner Geometrie, sondern ermöglicht auch per Mausklick Informationen über die verbauten Materialien. Durch den innovativen Einsatz von BIM gewann das Projekt Neubau Flugfeldklinikum den BIM CLUSTER BW AWARD 2021 in der Kategorie „Bestes Hochbauprojekt“, wobei die Nutzung von BIM-Daten für Visualisierungen in der Nutzerbeteiligung und Kommunikation besonders überzeugte. <sup>71 72</sup>
6	ALB FILS Klinikum am Eichert, Deutschland	Das ALB FILS - Klinikum am Eichert ist ein Neubau des bisherigen Klinikums. Mit dem Neubau soll eine optimierte Patientenversorgung durch die Verbindung verschiedener Versorgungssektoren gewährleistet werden. Es wird außerdem einen neuen Hubschrauberlandeplatz auf dem Dach des Klinikums mit direkter Aufzug-Verbindung in die Notaufnahme geben. Damit ist kein Krankenwagentransport zwischen Notaufnahme und Hubschrauberlandeplatz mehr notwendig. Weiterhin ist das neugebaute Klinikum das erste als sogenanntes Green-Hospital ausgezeichnetes Krankenhaus in Baden-Württemberg. <sup>73</sup>
7	Prosektur Uniklinikum Köln, Deutschland	Es handelt sich um einen Ersatzneubau der Prosektur des Universitätsklinikums in Köln, bei dem bereits bei der Vergabe mithilfe der AIA vertraglich festgelegt wurde, in welcher Tiefe das BIM-Modell an den Bauherrn übergeben wird und welche Ziele durch die BIM-Methodik erreicht werden sollen. Das Hauptziel besteht darin, dass die BIM-Methodik auf eine spätere Anwendung im Bereich Computer-Aided Facility Management (CAFM) ausgerichtet ist, was eine umfassende Big BIM Anwendung ermöglicht. In diesem Projekt wird die Dimension von BIM auf 6D erweitert, was darauf hinweist, dass die BIM-Methodik nicht nur die Terminplanung, Kosten- und Mengenermittlung unterstützt, sondern auch auf den gesamten Lebenszyklus des Projekts ausgerichtet ist. <sup>74</sup>
8	Cnopfsche Kinderklinik, Nürnberg, Deutschland	Das Bauprojekt der Klinik Hallerwiese und Cnopf'schen Kinderklinik in Nürnberg beinhaltet einen Neubau an die Cnopf'sche Kinderklinik, die Sanierung des Bestandgebäudes und den Abriss eines Gebäudes im Bereich des Neubaus. <sup>75 76</sup> Das digitale Modell wurde z. B. für die Berechnung der Kosten und die Modellierung des Bauablaufs einschließlich des Abrisses verwendet. Darüber hinaus erfolgt die Übergabe des Modells mit den zugehörigen Daten an die Nutzer, was darauf hinweist, dass BIM in diesem Projekt über den gesamten Lebenszyklus hinweg angewendet wird. <sup>77</sup>

<sup>71</sup> (Flugfeldklinikum Sindelfingen 10.2021)

<sup>72</sup> (Flugfeldklinikum Sindelfingen 01.2021)

<sup>73</sup> (Alb Fils Kliniken 2022)

<sup>74</sup> (Alkhatib 2022)

<sup>75</sup> (Diakoneo HdöR Klinik Hallerwiese 2022)

<sup>76</sup> (Drees & Sommer 2022)

<sup>77</sup> (Drees & Sommer SE 2022)

Nr.	Krankenhaus	Beschreibung
9	Jüdisches Krankenhaus Berlin, Deutschland	Die Baumaßnahme umfasst einen Neubau auf dem Gelände des Jüdischen Krankenhauses sowie einen Umbau der bestehenden Gebäude. <sup>78</sup> Die Anwendung der BIM-Methodik ermöglichte eine verbesserte Modellqualität durch funktionale Modellüberprüfung und Kollisionsprüfung, was eine modellbasierte Besprechung der Planungsergebnisse begünstigte. <sup>79 80</sup>
10	US Klinikum Weilerbach, Deutschland	Der geplante Neubau, mit dem Ziel, zwei bestehende US-Kliniken um die Airbase Rammstein bis 2028 zu ersetzen, strebt die Etablierung des größten US-Militärkrankenhauses außerhalb der USA an. Ein herausragendes Merkmal dieses Projekts ist die Notwendigkeit, sowohl deutsche als auch amerikanische Normen zu berücksichtigen, was die Anwendung der BIM-Methode aufgrund der geografisch verteilten Standorte der Projektteilnehmer unterstützt. <sup>81</sup>
11	Aarhus University Hospital, Dänemark	In Aarhus, Dänemark, wird eine der größten und modernsten Universitätskliniken Europas errichtet, markiert als das größte Krankenhausprojekt in der Geschichte Dänemarks und eines der umfangreichsten Bauvorhaben in Europa. Der entstehende Gebäudekomplex wird nach Fertigstellung die Dimensionen einer Kleinstadt annehmen und ähnlich wie eine Stadt mit Quartieren, Straßen und Plätzen strukturiert sein. <sup>82</sup> Die Anwendung der BIM-Methode im Projekt führt zu gesteigerter Produktivität durch erleichterten Datenzugriff und bequeme Informationsabfrage. Die Nutzung einer CDE verbessert die Kontrolle über Dokumentversionen; der papierbasierte Informationsaustausch wurde effektiv beendet. <sup>83</sup>
12	Sykehuset Østfold Hospital, Norwegen	Die Klinik im Süden Norwegens gilt als Pionier im Einsatz von BIM in Krankenhausprojekten. Im Jahr 1999 wurde beschlossen, sechs alte Krankenhäuser zu schließen und stattdessen ein Neues zu errichten. Das BIM-Modell des Projekts wurde wöchentlich von allen beteiligten Bereichen aktualisiert und in Solibri zu einem umfassenden Koordinationsmodell integriert. <sup>84</sup>
13	Dr Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital, Südafrika	Es ist das größte im Bau befindliche Krankenhaus Südafrikas und wird dort nach seiner Fertigstellung auch eine der größten öffentlichen Gesundheitseinrichtungen sein. Das Bauteam von Aurecon Kapstadt entwickelte Revit-Modelle als Teil eines BIM-Ansatzes für das Projekt, um die Ausführung durch höhere Effizienz und Kosteneinsparungen zu verbessern und Planungsfehler durch Kollisionsprüfungen frühzeitig zu erkennen. <sup>85</sup>

<sup>78</sup> (Heinz 2021)

<sup>79</sup> (Autodesk 2019)

<sup>80</sup> (vrame Consult GmbH 2022)

<sup>81</sup> (Bender, Transkription US Klinikum Weilerbach (Army Corps) 09.12.2021b)

<sup>82</sup> (CF Moller Architects 2022)

<sup>83</sup> (Phiri 2016)

<sup>84</sup> (Bakkmoen 2015)

<sup>85</sup> (Dr. Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital 2020)

Nr.	Krankenhaus	Beschreibung
14	New Surrey hospital and BC Cancer, Kanada	Es handelt sich hierbei um ein neues Krankenhaus und Krebszentrum in Surrey. Es werden offene Datenstandards angewandt, um die Zusammenarbeit zwischen den Projektbeteiligten zu erleichtern und Fraser Health mit robusten, strukturierten Daten nach internationalen Standards zu versorgen. Die Nutzung digitaler Prozesse nicht nur vor und während des Baus, sondern während des gesamten Lebenszyklus, stellt eine Unterstützung der Informationsverwaltung für den Betrieb dar. <sup>86</sup>
15	Whipps Cross Hospital Großbritannien	Das Whipps Cross Hospital in London ist ein Vorzeigeprojekt im Rahmen des „New Hospital Programme“ der Regierung, das eine umfassende Sanierung des Krankenhauses vorsieht. Diese Maßnahme ermöglicht dem Barts Health NHS Trust strategisch die Verbesserung der Patientenversorgung in Waltham Forest und Teilen von Redbridge im Osten Londons. Der Einsatz von BIM wird als vorteilhaft betrachtet, um das Projektrisiko während der Bauphase zu minimieren. <sup>87</sup>
16	Queen Silvia Children's Hospital, Schweden	Der hochmoderne Gesundheitspark wurde für eines der größten Kinderkrankenhäuser in Europa entwickelt und erhielt als weltweit erstes Krankenhaus die LEED-Platin-Zertifizierung für wegweisende Gebäudetechnik. Der Einsatz von BIM ermöglichte die Verknüpfung einer Datenbank mit Nutzer- und technischen Anforderungsspezifikationen mithilfe verschiedener CAD-Tools. Die BIM-basierte Planung spielt eine entscheidende Rolle bei der Wartung und Anpassung über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes hinweg. <sup>88</sup>
17	Royal Adelaide Hospital, Australien	Das neue Royal Adelaide Hospital ist ein Gemeinschaftsprojekt von Hansen Yuncken und Leighton Contractors für die südaustralische Regierung (SA Health Partnership) und ist die modernste Gesundheitseinrichtung Australiens. Mithilfe von BIM konnten die Entwurfsvorschläge vorab virtuell getestet und Konflikte bereits vor der Bauausführung gelöst werden. <sup>89</sup>
18	Mercy Jefferson Hospital, USA	Bei dem Krankenhaus in Crystal City handelt es sich um einen dreistöckigen Neubau auf dem Campus des Mercy Hospital Jefferson. Das Bauteam nutzte die BIM-Technologie für die Koordinierung der mechanischen, elektrischen und sanitären Anlagen, um die Effizienz und Genauigkeit der Konstruktion zu verbessern. <sup>90</sup>
19	Shanghai Xinhua Hospital Pediatric Complex, China	Es ist eines der ältesten Allgemeinkrankenhäuser Shanghais und ist das einzige Allgemeinkrankenhaus in der Stadt, das sowohl perinatale als auch komplette pädiatrische Subspezialitäten hat. Die BIM-Anwendung für den gesamten Lebenszyklus macht den Bau, den Betrieb und die Wartung des Krankenhauses intelligenter. Von der Planung über den Bau, die Lieferung

<sup>86</sup> (New Surrey hospital and BC Cancer 2022)

<sup>87</sup> (Whipps Cross Hospital)

<sup>88</sup> (Queen Silvia Children's Hospital 2021)

<sup>89</sup> (Royal Adelaide Hospital 2016)

<sup>90</sup> (Mercy Jefferson Hospital 2018)

Nr.	Krankenhaus	Beschreibung
		und die Übernahme bis hin zum Betrieb und zur Wartung ermöglicht das Projekt ein intelligentes Baumanagement, sowie eine offene Informationsübertragung. <sup>91</sup>
20	Spital Limmattal, Schweiz	Aufgrund der veralteten Struktur des bisherigen Gebäudes, das nicht mehr den aktuellen Anforderungen entsprach, wurde ein Neubau unter Anwendung von BIM geplant und realisiert. <sup>92</sup> Die präzise Planung durch BIM ermöglichte die Umsetzung von besonderen Baumaßnahmen, darunter die Errichtung der größten Lüftungszentrale unter einem Gebäude in Zürich im Untergeschoss des Krankenhauses. Zudem wurde die Warmwasseraufbereitung mittels Erdsonden sichergestellt, wodurch die detaillierte Planung der Verläufe zahlreicher Rohre erforderlich war. <sup>93</sup>

Quelle: Eigene Darstellung

Die ausgewählten Projekte werden auf ihrer Datengrundlage nach folgenden Kategorien analysiert: Projektstart (Planung und Ausführung), Jahr der Inbetriebnahme, Bettenanzahl, Bruttogeschossfläche, Kosten und BIM-Ansatz. In Tabelle 9 und Tabelle 10 werden die Daten aus der Recherche gegenübergestellt, während die Aufführung der Referenzprojekte in den Zeilen erfolgt und die Informationen zu den gewählten Kategorien in den Spalten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Bruttogeschossfläche auf 1.000 m<sup>2</sup> und die Kosten auf Millionen Euro gerundet wurden. Sofern bei den internationalen Projekten Kosten in einer anderen Währung als Euro angegeben wurden, wurden diese am 12.04.2023 mit dem Währungsrechner der europäischen Kommission umgerechnet. Bei den aufgeführten Projekten handelt es sich um Neubauten, die teilweise als Ersatz- oder Anbau dienen. Lediglich bei dem Mercy Jefferson Hospital (Nr. 8) und dem Shanghai Xinhua Hospital Pediatric Complex (Nr. 9) ist in den aufgeführten Daten neben dem Neubau auch eine Teilsanierung eines bereits bestehenden Gebäudes inkludiert.

Tabelle 9

Datenübersicht der deutschen Projekte (1 = Klinikum Wilhelmshaven, 2 = GEH II R.K. Gehrden, 3 = Campus Zentralklinikum Lörrach, 4 = Klinikum Frankfurt Höchst, 5 = Flugfeldklinikum Sindelfingen, 6 = ALB FILS Klinikum am Eichert, 7 = Prosektur Uniklinikum Köln, 8 = Cnopfsche Kinderklinik, 9 = Jüdisches Krankenhaus Berlin, 10 = US Hospital Weilerbach; k. A. = keine Angabe)

Nr.	Planungsbeginn [Jahr]	Ausführungsbeginn [Jahr]	Inbetriebnahme [Jahr]	Gesamtzahl der Betten [Stück]	Bruttogeschossfläche [m <sup>2</sup> ]	Gesamtkosten [€]	BIM-Ansatz
1	2015	2021	2025	500*	52.000*	194, 1 Mio.	Little closed BIM
2	2019	2024	2027	250	36.000	234 Mio.	Big open BIM
3	2018	2020	2025	677	90.000	430 Mio.	Big open BIM
4	2007	2016	2023	670	80.000	263 Mio.	Little open BIM
5	2018	2021	2025	700	110.000	573 Mio.	Big open BIM
6	2014	2019	2024	688	94.000	455 Mio.	Little open BIM
7	2016	2022	2024	0	9.000	76 Mio.	Big open BIM
8	2018	2021	2027	72	11.000	90 Mio.	Big open BIM
9	(k. A.)	2021	2024	214	11.000	50 Mio.	Big BIM
10	2011	2014	2028	68	120.000	1100 Mio.	Big open BIM

\* Diese Zahlen sind nicht endgültig, da derzeit noch Planungsänderungen vorgenommen werden.

Quelle: Eigene Darstellung. Die Quellen sind den Tabellen aus Anhang B zu entnehmen

<sup>91</sup> (Shanghai Xinhua Hospital)

<sup>92</sup> (Spital Limmattal 2019)

<sup>93</sup> (Weber 2017)

Tabelle 10

Datenübersicht der internationalen Projekte (11 = Aarhus University Hospital in Dänemark, 12 = Sykehuset Østfold Hospital in Norwegen, 13 = Dr Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital in Südafrika, 14 = New Surrey hospital and BC Cancer in Kanada, 15 = Whipps Cross Hospital London in UK, 16 = Queen Silvia Children's Hospital in Schweden, 17 = Royal Adeleide Hospital in Australien, 18 = Mercy Jefferson Hospital in den USA, 19 = Shanghai Xinhua Hospital Pediatric Complex in China, 20 = Spital Limmattal in der Schweiz; k. A. = keine Angabe)

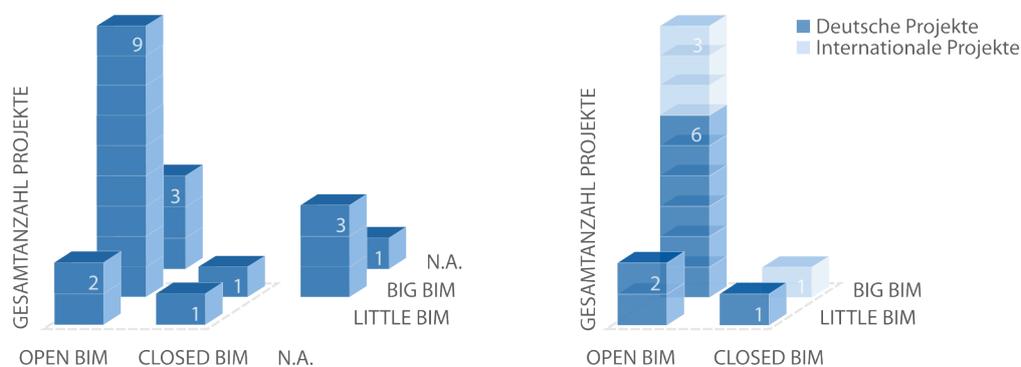
Nr.	Planungsbeginn [Jahr]	Ausführungsbeginn [Jahr]	Inbetriebnahme [Jahr]	Gesamtzahl der Betten [Stück]	Bruttogeschossfläche [m <sup>2</sup> ]	Gesamtkosten [€]	BIM-Ansatz
11	2008	2013	2019	797	216.000	852 Mio.	Big closed BIM
12	2008	(k. A.)	2015	(k. A.)	86.000	442 Mio.	Open BIM
13	2003	2015	2021	500	29.000	150 Mio.	BIM
14	2019	2023	2027	168	(k. A.)	1156 Mio.	Big open BIM
15	2021	2023	2026	500	78.000	452 Mio.	Big open BIM
16	2010	2015	2020	112	33.000	133 Mio.	Big open BIM
17	2009	2011	2017	800	175.000	1.117 Mio.	Big BIM
18	2013	(k. A.)	2015	90	11.000	66 Mio.	Open BIM
19	(k. A.)	(k. A.)	2020	472	58.000	(k. A.)	Big BIM
20	2012	2014	2018	324	49.000	254 Mio.	Open BIM

Quelle: Eigene Darstellung. Die Quellen sind den Tabellen aus Anhang B zu entnehmen

Im nächsten Schritt werden die Auswertungen der Daten grafisch dargestellt. Die Auswertungen sollen Antworten auf die Forschungsfragen geben, welche im Anschluss interpretiert und kritisch hinterfragt werden. Auf die Fragestellung, welcher BIM-Ansatz bei den betrachteten Referenzprojekten am häufigsten gewählt wurde, gibt Abbildung 23a eine Antwort, welche alle Ergebnisse zum gewählten BIM-Ansatz enthält, auch wenn die Angabe nicht vollständig vorliegt. Aus dieser Grafik geht hervor, dass insbesondere der Big open BIM-Ansatz gewählt wurde. Zur Beantwortung der Frage, ob der favorisierte BIM-Ansatz in den betrachteten deutschen und internationalen Projekten unterschiedlich ist, wird Abbildung 23b erstellt. Für die Gewährung einer verbesserten Übersicht wird dort auf die Darstellung der fehlenden Angaben verzichtet. Auch bei dieser Darstellung ist ersichtlich, dass sowohl bei den deutschen als auch bei den internationalen Projekten, der Big open BIM-Ansatz am häufigsten angewendet wurde. Bei den deutschen Referenzprojekten wurde in sechs von acht Fällen auf den Big Open-BIM-Ansatz gesetzt, bei den internationalen waren es drei von vier. Jedoch ist bei dieser geringen Stichprobe zu berücksichtigen, dass diese Ergebnisse nicht verallgemeinert werden können.

Abbildung 23

(a) BIM-Ansätze der 20 Krankenhausprojekte. (b) Nutzung von BIM-Ansätzen in Deutschland und international

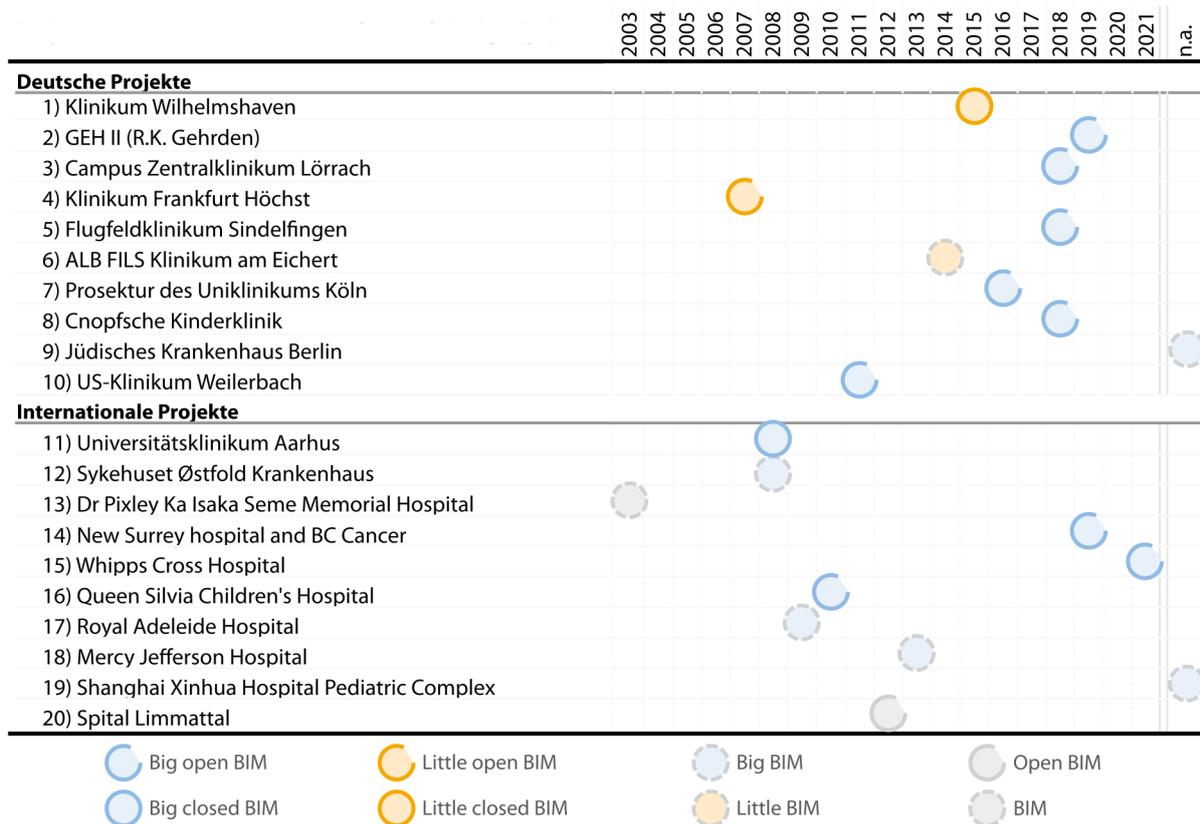


Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 24 stellt die Wahl des BIM-Ansatzes in der zeitlichen Entwicklung dar, während die deutschen und internationalen Projekte getrennt voneinander betrachtet werden. Für die Auswertung wird der Planungsstart, statt dem Ausführungsstart als zeitliche Komponente gewählt, da der BIM-Ansatz zum Beginn der Planung

gewählt wird. Bei Gegenüberstellung der deutschen und internationalen Projekte hinsichtlich des Startpunktes fällt auf, dass die Verteilung um ca. zwei Jahre nach hinten versetzt ist. Dies bestätigt die Aussage aus dem Abschlussbericht des Projektes „International experiences: Future Cities and BIM“ der University of Cambridge. Es wird geschrieben, dass Deutschland hinsichtlich der BIM-Implementierung anderen Ländern hinterher hängt, jedoch seit 2015 eine deutliche Beschleunigung zu erkennen ist, seitdem das Bundesministerium für Digitales und Verkehr das Mandat erteilt hat, alle Infrastrukturprojekte ab dem Jahr 2020 mithilfe von BIM zu planen <sup>94</sup>. Nach dem Mandat zur Einführung von BIM in Infrastrukturprojekte, folgten in Deutschland weitere Implementierungsstrategien für die BIM-Anwendung, z. B. der Masterplan BIM für Bundesbauten <sup>95</sup> als auch der Masterplan BIM Bundesfernstraßen <sup>96</sup>, welche im Jahr 2021 erschienen sind. Des Weiteren kann aus dieser Grafik entnommen werden, dass ab 2016 bei den Projekten, bei welchen Daten vollständig ermittelt werden konnten, ausschließlich der Big open BIM Ansatz gewählt wurde. Unvollständige oder fehlende Angaben wurden entsprechend gekennzeichnet.

Abbildung 24  
Vergleich von nationalen und internationalen Krankenhausprojekten unter Berücksichtigung des gewählten BIM-Ansatzes im Zeitverlauf



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 25 zeigt die Auswertung bzgl. der Untersuchung, ob ein Zusammenhang zwischen dem gewählten BIM-Ansatz und der Projektgröße besteht. Da die Projektgröße sowohl an den Kosten, der Bruttogeschossfläche sowie an der Bettenzahl gemessen werden kann, werden diese Größen unter Kennzeichnung der Projektnummer nebeneinander abgebildet. Projekte, in welchen der BIM-Ansatz nicht vollständig angegeben wurde, werden in dieser Darstellung nicht berücksichtigt. Da im Projekt New Surrey hospital and BC Cancer keine Angaben zur Bruttogeschossfläche ermittelt werden konnten und in der Prosektur des Uniklinikums Köln keine Betten vorhanden sind, wurden diese in der jeweiligen Kategorie nicht

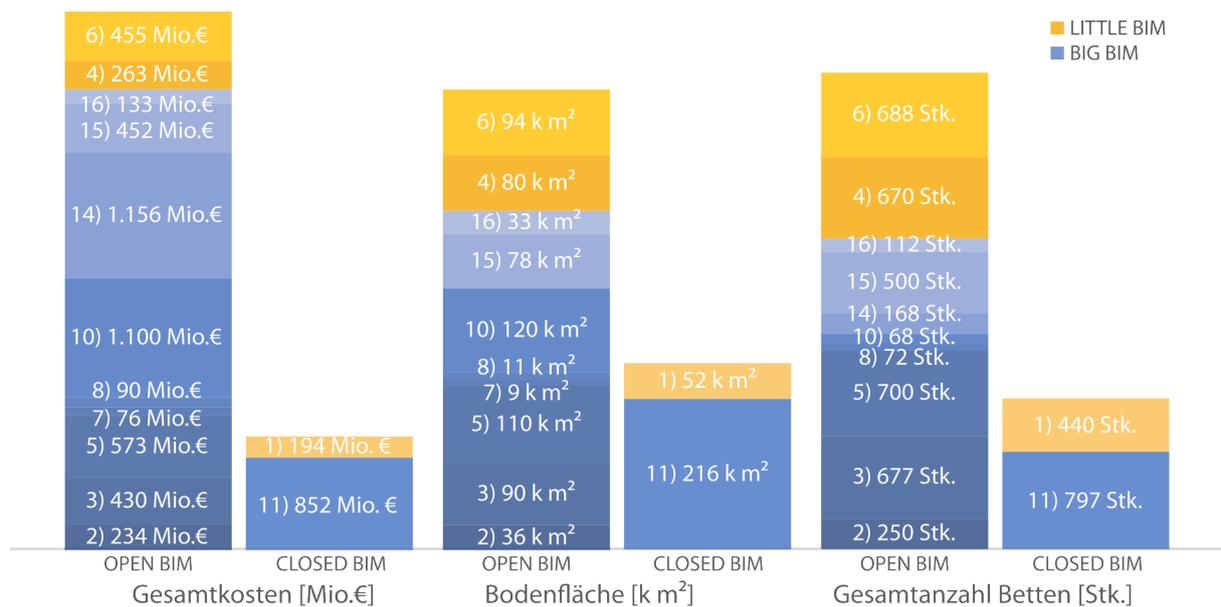
<sup>94</sup> (R. Wagner 2023, S. 18)

<sup>95</sup> (Sielker und Allmendinger 2018)

<sup>96</sup> (Bundesministerium des Innern und für Heimat 2021)

aufgeführt. Die Grafik lässt keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen der Projektgröße und dem BIM-Ansatz erkennen. Bei genauerer Betrachtung fällt auf, dass das Universitätsklinikum Aarhus in den Kategorien der Bruttogeschosfläche und der gesamten Bettenanzahl das größte und in der Kategorie Gesamtkosten das zweitgrößte Projekt darstellt und dabei der Big closed Ansatz verwendet wurde. Bei den weiteren zwei größten Projekten den jeweiligen Kategorien, wird jedoch der Big open BIM-Ansatz angewendet. Aufgrund der geringen Anzahl von Little und Closed Projekten und der hohen Anzahl von Big und Open BIM-Ansätzen kann in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen Projektgröße und BIM-Ansatz erkannt werden. Hierfür ist eine größere Stichprobe notwendig, um valide Schlüsse diesbezüglich ziehen zu können.

Abbildung 25  
Korrelation zwischen der Projektgröße und dem gewählten BIM-Ansatz, wobei die blauen Farbtöne den Big-BIM-Ansatz und die orangen Farbtöne den Little-BIM-Ansatz darstellen



Quelle: Eigene Darstellung

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Anwendung der BIM-Methodik im Krankenhausbau sowohl in Deutschland als auch international bereits in der Praxis eingesetzt wird, auch wenn es bisher nicht dem Standard entspricht. Zur Validierung der Ergebnisse ist eine großflächige Studie von bisher bestehenden BIM-Projekten im Krankenhausbau erforderlich, da diese aufgrund der geringen Stichprobe nicht auf die Gesamtheit übertragbar sind. In Anbetracht der Herausforderung des Zugangs von Projektdaten wurden in dieser Studie nicht mehr als 20 Projekte betrachtet. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Umsetzung von BIM-Projekten im Durchschnitt dieser Stichprobe international etwa zwei Jahre früher begann als in Deutschland. Bei den betrachteten Projekten wurde überwiegend der Big open BIM-Ansatz gewählt, sowohl national als auch international. Die Wahl des BIM-Ansatzes hat hinsichtlich der Projektgröße in dieser Studie keine Abhängigkeiten aufgezeigt. Insbesondere in den aktuellen Projekten (ab 2016) wurde bei den betrachteten Projekten ausschließlich der Big open BIM Ansatz verwendet, während in den ersten BIM-Projekten im Krankenhausbau vereinzelt auch andere Ansätze gewählt wurden. Diese Entwicklung und Etablierung des Big open BIM-Ansatzes kann auf den Mehrwert von BIM zurückgeführt werden, welcher insbesondere in der Zusammenarbeit mit allen Projektbeteiligten sowie in der software-offenen Anwendung über den ganzen Lebenszyklus liegt.

## 4.2 Konventionelle Projektabwicklung im Krankenhausbau

Für die Entwicklung des Leitfadens für die BIM-Anwendung im Krankenhausbau soll ein BPMN-Prozessmodell erstellt werden, welches die wichtigsten Meilensteine und Aufgaben der verschiedenen (BIM-)Rollen verdeutlicht. Hierfür erforderlich ist zunächst die Betrachtung des konventionellen Projektprozesses, um diesen im Anschluss hinsichtlich der BIM-Anwendung zu adaptieren. In diesem Kapitel wird demnach die Ausarbeitung eines BPMN-Prozessmodells des konventionellen Planungsprozess im Krankenhausbau von der LPH 0 bis LPH 9 beschrieben, was den Meilenstein im AP2 des Forschungsprojektes abdeckt.

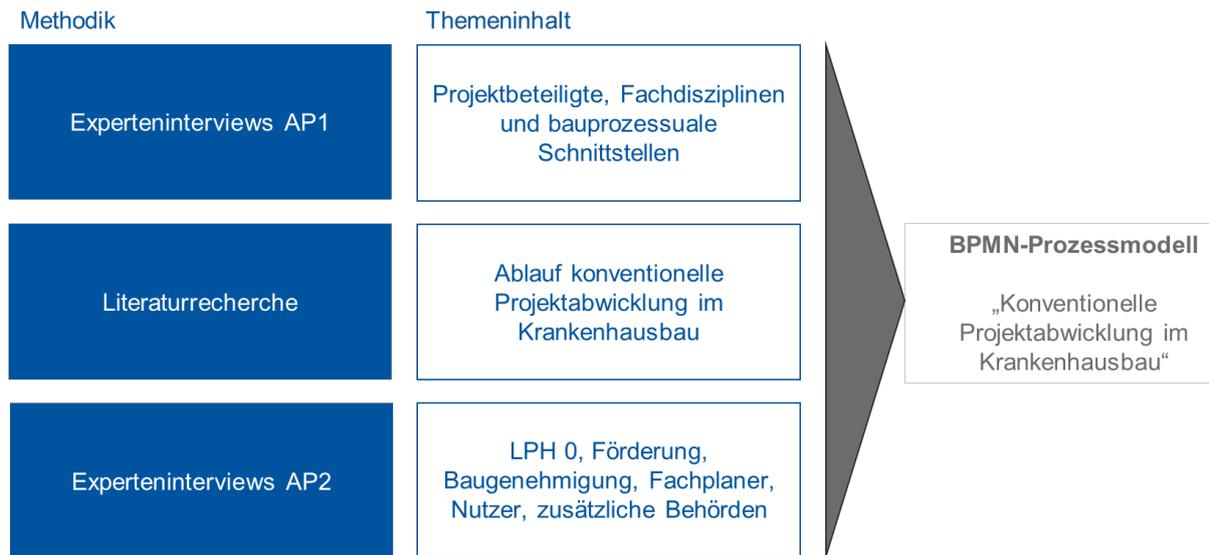
### 4.2.1 Methodisches Vorgehen

Im Rahmen des AP2 wird als Methodik zunächst eine unsystematische Literaturrecherche angestrebt, wodurch gezielt nach Akteuren und Aufgaben während der Leistungsphasen für den Bau von Kliniken recherchiert wird. Die Literatur wird auf die deutsche Sprache begrenzt, da sich der Planungsprozess in Deutschland zum internationalen Vorgehen abgrenzt. Im Rahmen der Literaturrecherche und der Interviewergebnisse aus AP1 werden die Hauptakteure für das BPMN-Prozessmodell festgelegt und der Prozess mithilfe der Software Iyopro entworfen.

Lücken im Entwurf des Prozessmodells, welche sich durch eine Literaturrecherche nicht schließen lassen, werden identifiziert und nach Themenbereichen geclustert. Ergänzend zur Literaturrecherche werden Experteninterviews durchgeführt, die thematisch an den Wissenslücken aus der Literaturrecherche anknüpfen, um diese zu schließen. Hierfür wird ein Leitfaden mit Fragen erstellt, der die Struktur nach nach den geclusterten Themenbereichen aufweist. Der Expertenkreis setzt sich aus Fachpersonen in den Bereichen des Krankenhausbetriebs und der -planung, der Tragswerkstechnik und der Architektur mit Projekterfahrung im Krankenhausbau zusammen. Insgesamt werden sechs Interviews digital mithilfe der Plattform Zoom durchgeführt und für Dokumentationszwecke aufgenommen. Die Interviews werden qualitativ mithilfe der Inhaltsanalyse nach Mayring ausgewertet. Hierfür erfolgt eine Einteilung der verschiedenen Antworten in Kategorien, welche iterativ im Auswertungsprozess gebildet werden bis alle Antworten einer passenden Kategorie zugeteilt werden (vgl. Kapitel 4.1.3).

Mithilfe der Antworten wird das entworfene BPMN-Prozessmodell vervollständigt, sodass der gesamte Planungsprozess im Krankenhausbau von LPH 0 bis LPH 9 abgebildet wird. Dieses Prozessmodell wird im Rahmen eines digitalen Workshops mithilfe des Projektkonsortiums validiert, indem die einzelnen Phasen nacheinander präsentiert werden und im Anschluss gemeinsam über die Abfolge diskutiert wird. Als methodisches Werkzeug wird hierfür das Online Whiteboard Mural eingesetzt, um Fragestellungen, Kritikpunkte und Diskussionsergebnisse live zu dokumentieren. Nach Abschluss des Workshops wird das BPMN-Prozessmodell entsprechend der Anmerkungen während des Workshops angepasst und zur finalen Überprüfung dem Konsortium digital bereitgestellt. Das methodische Vorgehen zum Erhalt der Informationen für das BPMN-Prozessmodell der konventionellen Projektabwicklung im Krankenhausbau wird in Abbildung 26 dargestellt.

Abbildung 26  
Methodisches Vorgehen zur Darstellung des konventionellen Planungsprozesses im Krankenhausbau



Quelle: Eigene Darstellung

#### 4.2.2 Ergebnisse

Die Interviewergebnisse aus AP1 zum Thema Projektbeteiligte in Krankenhausprojekten sowie der verschiedenen Fachdisziplinen und Schnittstellen im Projekt bilden die Grundlage zur Ausarbeitung des konventionellen Planungsprozesses. Insbesondere ist Klarheit über die Struktur der Projektbeteiligten für den Aufbau des BPMN-Prozessmodells zur konventionellen Projektentwicklung in AP2 erforderlich. Aus diesem Grund werden die Experten schon in AP1 über die Projektstruktur hinsichtlich Beteiligten und Fachdisziplinen befragt, um die Forschungsarbeit mit dem erforderlichen Vorwissen in AP2 zu beginnen. Da dieser Teil des Interviews thematisch zu AP2 gehört, werden diese Ergebnisse an dieser Stelle des Abschlussberichts platziert. Die Auswertung der Interviews aus AP1 ist im Anhang A hinterlegt. Die für das AP2 erforderliche Informationen werden folglich beschrieben.

Gemäß den Aussagen der interviewten Experten aus AP1 gilt das Krankenhaus als Bauherr bzw. nach Inbetriebnahme als Betreiber. Dieses verfügt in der Regel über eine interne Bauabteilung, welche für die Planung, den Bau und den Betrieb verantwortlich ist, wobei der Betrieb abhängig von der Organisation durch eine andere Abteilung abgewickelt wird. Die Bauabteilung bildet die Schnittstelle zwischen der Geschäftsführung, dem Aufsichtsrat, dem Direktorium, dem ärztlichen Personal und den Pflegekräften. Zusätzlich sind die Interessen der Patientinnen und Patienten sowie deren Besucherinnen und Besucher zu berücksichtigen. In Klinikgebäuden wird das krankenhausinterne Personal, wie z. B. die Ärztinnen und Ärzte oder Pflegekräfte, aber auch die Patientinnen und Patienten als Nutzer bzw. definiert, welche abhängig von der Organisation durch die Einbindung der Nutzervertretungen (wie z. B. Pflege- oder Patientendirektion) im Projekt berücksichtigt werden. Prägend für die Verwaltungsebene steht die Bauaufsicht an oberster Stelle. Des Weiteren sind Kommunen sowie Vertreter öffentlicher Belange neben der Beteiligung an der Zielplanung auf Landesebene, ebenfalls als Unterstützung der Verwaltungsebene zu berücksichtigen. Sie achten auf die Einhaltung der Interessen der Stadt, schaffen Bebauungspläne und passen diese bei Bedarf an. Weiterhin gehören weitere beteiligte Behörden, wie z. B. die Naturschutzaufsicht oder die Gewerbeaufsicht als Vertreter öffentlicher Belange der Verwaltungsebene an. Ein weiterer Vertreter öffentlicher Belange ist die Feuerwehr, welche für den Brandschutz miteinzubeziehen ist.

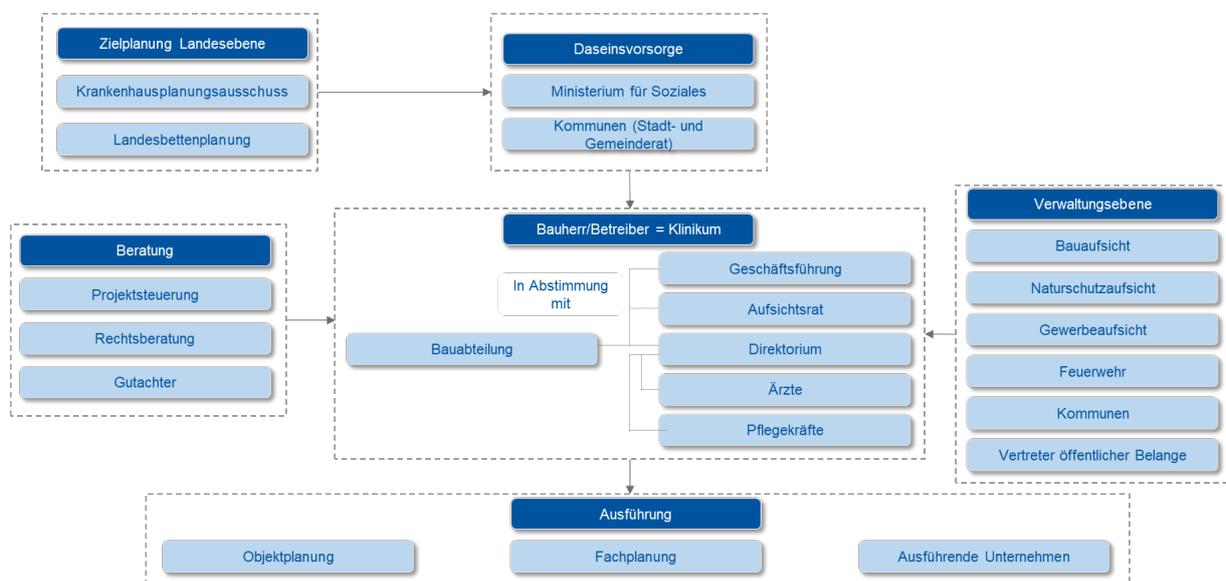
Die Realisierung des Bauvorhabens beginnt mit der Beauftragung der Planungsleistungen. Gerade im Neubau werden zur Vereinfachung der Kommunikation häufig Generalplaner beauftragt. Die Arbeit mit Architekten und verschiedenen Fachplanern ist allerdings ebenfalls möglich. Da der Krankenhausbau Besonderheiten im

Bereich der Technik und Anforderungen mitbringt, sind verschiedenste Fachgebiete beteiligt. Die wesentlichen Fachrichtungen im Krankenhausbau werden folglich aufgeführt:

- Medizintechnik
- Labortechnik
- Heizung- / Lüftung- / Klimatechnik
- Sanitärtechnik
- Krankenhaushygiene
- Brandschutz
- Arbeitssicherheit

Aufgrund der Komplexität der Planung steht dem Bauherrn ein Gutachter beratend zur Seite, sowie eine Projektsteuerung, die die Koordination der vielen verschiedenen Beteiligten übernimmt. Auch eine Rechtsberatung kann zur generellen Beratung oder bei maßgeblichen Fragen hinzugezogen werden. Abbildung 27 stellt einen Überblick über die beteiligten Akteure im Krankenhausbau dar, wobei zu berücksichtigen ist, dass diese je nach Projekt und Organisation variieren können.

Abbildung 27  
Akteure im Klinikbau



Quelle: Eigene Darstellung

Anhand der in AP2 angewandten unsystematischen Literaturrecherche kann sich ein breites Bild über Informationen verschafft werden, welches den Planungsprozess im Krankenhausbau betrifft. Durch die Literatur können zum einen die Aufgaben der beteiligten Akteure im Projekt, des Weiteren die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Planungsschritten verdeutlicht werden.

Folglich wird beschrieben, nach welchen Regelwerken die prozessuale Planung des Krankenhausbaus strukturiert wird und welche für das weitere Vorgehen in diesem Forschungsprojekt verwendet werden. Die Phase der strategischen Planung vor dem Start des eigentlichen Planungsprozesses ist heutzutage unter den Namen der Bedarfsplanung<sup>97</sup>, Zielplanung<sup>98</sup>, LPH 0<sup>99</sup> oder auch als Projektentwicklung<sup>100</sup> bekannt. Diese

<sup>97</sup> (DIN 18205 2021)

<sup>98</sup> (AKG Arbeitsgruppe Zielplanung 2014, S. 6,7)

<sup>99</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015, S. 9-27)

<sup>100</sup> (AHO Heft Nr. 9 2020)

verschieden strategischen Planungsformen beschreiben alle den Prozess auf Seiten des Bauherrn, welcher die Voraussetzung für einen erfolgreichen Start der Planung darstellt. Hierbei weisen alle Arten der strategischen Planung ein ähnliches Vorgehen auf, sind jedoch innerhalb dieser Phase unterschiedlich mit verschiedenen Schwerpunkten aufgebaut. Nach einem Vergleich der verschiedenen Werke kann festgestellt werden, dass diese jedoch das gemeinsame Ziel verfolgen, indem die Rahmenbedingungen wie z. B. der Bedarf und die Projektziele definiert werden, um damit mit LPH 1 der HOAI zu starten. Dass diese Phase eine essenzielle Voraussetzung für die Arbeit des Architekten und eine Leistung des Auftraggebers ist, wird in der HOAI<sup>101</sup> verdeutlicht. Diese sagt aus, dass die in der Grundlagenermittlung genannten Leistungen eine Klärung der Aufgabenstellung auf Grundlage einer Bedarfsplanung oder anderer Vorgaben benötigen<sup>102</sup>. Für den weiteren Verlauf des Forschungsprojektes KlinikBIM wird das Vorgehen und die Bezeichnung der LPH 0 gewählt, da diese viele Übereinstimmungen mit den anderen Phasen hat und ausführlichere Überlegungen fordert und beschreibt. Diese Auswahl hat den Hintergrund, dass sie mit der Initialphase noch vor den anderen Werken beginnt und mit der Phase der Organisation eine weitere Phase hat, welche in den anderen Werken nicht bzw. nicht so ausführlich beschrieben wird. Zudem wird die Berücksichtigung dieser Phase im Planungsprozess von den Förderbehörden erwartet, da diese die Grundlage darstellt, um die Förderwürdigkeit des Krankenhausbaus beurteilen zu können<sup>103</sup>.

An die strategische Planung knüpft der eigentliche Planungsprozess an, welcher nach der HOAI oder dem Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V. (AHO) durchgeführt wird. Gemäß der Interviewergebnisse aus AP1 werden Bauleistungen weitgehend nach der HOAI ausgeschrieben, weshalb im weiteren Verlauf der Projektarbeit der Prozess nach HOAI betrachtet wird. Der Prozess wird daher nach der LPH 0 in die neun Leistungsphasen der HOAI unterteilt, nach welchen im Rahmen dieser Forschungsarbeit das BPMN-Prozessmodell erstellt wird:

- LPH 0: Strategische Planung
- LPH 1: Grundlagenermittlung
- LPH 2: Vorplanung
- LPH 3: Entwurfsplanung
- LPH 4: Genehmigungsplanung
- LPH 5: Ausführungsplanung
- LPH 6: Vorbereitung der Vergabe
- LPH 7: Mitwirkung bei der Vergabe
- LPH 8: Objektüberwachung
- LPH 9: Objektbetreuung

Die HOAI<sup>104</sup> gibt in erster Linie einen Orientierungswert für die Honorierung von Architekten- und Ingenieurleistungen. Des Weiteren werden in der HOAI verschiedene Leistungsbilder beschrieben, welche in Grundleistungen und besondere Leistungen unterteilt werden. Anhand dieser beschriebenen Leistungen lässt sich der Planungsprozess für Architekten und Ingenieure darstellen. Insgesamt hat die HOAI neben dem allgemeinen Teil vier weitere Teile, welche die Planung genauer nach Arten der Planung unterscheidet. Diese sind in sich weiter in verschiedene Abschnitte gegliedert. Diese Teile mit ihren Abschnitten sind:

- Teil 1: Allgemeine Vorschriften
- Teil 2: Flächenplanung (Bauleitplanung und Landschaftsplanung)

---

<sup>101</sup> (HOAI 2021)

<sup>102</sup> (Wallroth 2022, S. 146)

<sup>103</sup> (Wallroth 2022, S. 9)

<sup>104</sup> (HOAI 2021)

- Teil 3: Objektplanung (Gebäude und Innenräume, Freianlagen, Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen)
- Teil 4: Fachplanung (Tragwerksplanung und Technische Ausrüstung)
- Teil 5: Übergangs- und Schlussvorschriften

Im Rahmen des Forschungsprojekts wird sich zur späteren Darstellung des Planungsprozesses im Krankenhausbau auf den Abschnitt „Gebäude und Innenräume“ der Objektplanung und die technische Ausrüstung der Fachplanung konzentriert. Diese beiden Punkte bilden einen Schwerpunkt im Planungsprozess, da die Objektplanung des Gebäudes in Bauprojekten generell einen zentralen Punkt einnimmt und dadurch in einem Prozessmodell erforderlich ist. Zusätzlich sind Krankenhäuser technisch hoch komplexe Bauwerke, wodurch die Gebäudetechnik einen hohen Einfluss auf den Planungs- und Bauprozess hat. Des Weiteren ist die Medizintechnik ein Alleinstellungsmerkmal von Krankenhausbauten, welche im Rahmen der HOAI ebenfalls der technischen Ausrüstung zuzuordnen sind. Die Wichtigkeit der technischen Ausrüstung im Krankenhausbau spiegelt sich auch dadurch wider, dass in Krankenhausbauten die Kosten der Gewerke für die Technik höher sind als die für die eigentliche Baukonstruktion<sup>105</sup>.

Nach Abschluss der Literaturrecherche bleiben insbesondere Fragen zum Prozess in den Bereichen der LPH 0, der finanziellen Förderungen durch Bund und Länder und der Baugenehmigung offen. Die Lücken werden konkretisiert und es werden Fragestellungen formuliert, welche in den Leitfaden für die Interviews fließen (siehe Anhang C). Interviewt werden die KlinikBIM-Projektpartner, da diese aufgrund ihrer bereits beschriebenen Erfahrung ein umfangreiches Expertenwissen im Bereich der konventionellen Projektabwicklung von Krankenhausbauten aufweisen, welches das interdisziplinäre Spektrum von Krankenhausprojekten abdeckt. Gemäß der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring werden die Antworten der Experten nach Durchführung der Interviews in passende Haupt- und Unterkategorien unterteilt, welche in Tabelle 11 aufgeführt sind. Die Clusterung der Antworten in die einzelnen Kategorien ist im Anhang C hinterlegt.

Tabelle 11  
Gewählte Kategorien für die Auswertung der Interviews in AP2

## Kategorien

### 1. Leistungsphase 0

1.1 Zeitlicher Aufwand

1.2 Beteiligte

1.3 Bestandteile / Besonderheiten

1.4 Raum- und Funktionsprogramm

1.5 Bauempfehlung

### 2. Förderung

2.1 Zeitpunkt Erstkontakt Förderbehörde

<sup>105</sup> (Stockhorst, Hofrichter und Franke 2018c, S. 61)

## Kategorien

### 2.2 Art der Förderung

### 2.3 Unterbrechung der Planung

### 2.4 Ablauf Fördermittelantrag

### 2.5 Umgang Mehrkosten

## 3. Baugenehmigung

### 3.1 Zeitpunkt Erstkontakt Bauordnungsamt

### 3.2 Unterschiede zum konventionellen Planungsprozess

### 3.3 Bauordnung

## 4. Fachplaner

### 4.1 Medizintechnikfachplaner

### 4.2 Einbindung

## 5. Nutzer

### 5.1 Zeitpunkt Einbindung

### 5.2 Beteiligte

## 6. Zusätzliche Behörden

## 7. Weitere Informationen

Quelle: Eigene Darstellung

Auf Basis der bisher erreichten Informationen durch die Literaturrecherche und die Experteninterviews kann das BPMN-Prozessmodell von Leistungsphase 0 – 9 entworfen werden. Da die Anzahl der Beteiligten in Krankenhausprojekten sehr hoch ist, wie bereits in Abbildung 27 verdeutlicht, werden die Akteure in den Zeilen des Modells entsprechend gruppiert, um die Übersicht des Prozesses zu gewährleisten:

- Bauherr / Betreiber
  - Geschäftsführung und Projektleitung
  - Nutzerinnen und Nutzer
- Architekt
- Fachplanungen
- Behörden / Gutachter

- Sonstige Beteiligte, welche leistungsphasenspezifisch angepasst werden, wie z. B. Bieter oder ausführende Unternehmen

Nach dem Entwurf wird das Modell, wie bereits in Kapitel 4.2.1 beschrieben, in einem Workshop validiert und im Anschluss überarbeitet. Das finale BPMN-Prozessmodell ist dem Anhang D zu entnehmen. Zur Ergänzung werden foglich textliche Ergänzungen zum Modell platziert, um den Prozess zu verdeutlichen.

In dem dargestellten Planungsprozess wird sich auf Klinikneu-, Erweiterungs- und Ergänzungsbauten konzentriert. Zusätzlich zu den im BPMN-Prozessmodell dargestellten Abläufe, finden wiederkehrende Prozesse statt, wie regelmäßige Bauherren- und Planerjourfixe zur Besprechung des aktuellen Standes der Planung, möglicher Anforderungen und auftretenden Schnittstellen und Abhängigkeiten. Durch diese Treffen wird auch der Bauherr sowie die Nutzerinnen und Nutzer kontinuierlich über den aktuellen Planungsstand bzw. Planungsprozess informiert. Weitere kontinuierliche Prozesse des Bauherrn werden auch in der AHO im Heft 9 beschrieben. Dieses Heft bezieht sich speziell auf die Leistungen des Projektmanagements und der Projektsteuerung. Da diese Leistungen in dieser Arbeit nicht speziell aufgelistet werden, fallen sie in den Bereich der Aufgaben des Bauherrn und seines eigenen Projektmanagements. Diese kontinuierlich wiederkehrende Prozesse sind beispielsweise das Fortschreiben der Projektziele aus LPH 0, die Kontrolle und Begleitung der Planung und Ausführung, das Prüfen von Rechnungen, das Kontrollieren der Vertragspflichten gegenüber des Bauherrn, Konfliktmanagement unter den Projektbeteiligten sowie das Fortführen des Terminrahmens auf Seiten des Auftraggebers.<sup>106</sup> Auch bei der HOAI gibt es verschiedene, immer wiederkehrende Prozesse, welche nicht in jeder Phase explizit dargestellt werden. Dies ist die kontinuierliche Fortschreibung des Terminplans, die Aufgabe der Koordination der Fachplaner durch den Architekten und die Dokumentation der Ergebnisse nach den einzelnen HOAI-Leistungsphasen.<sup>107</sup>

### Leistungsphase 0

Die bereits in diesem Kapitel genannten verschiedenen Werke zur strategischen Planung beschreiben zwar einen ähnlichen Ablauf, unterscheiden sich allerdings deutlich in der Tiefe und Vollständigkeit der Phasen. Der Ablauf und die Rahmenbedingungen der strategischen Planung sind jedoch auch von den unterschiedlichen Startbedingungen der einzelnen Projekte abhängig, wie z. B. der Organisationsform. Dabei wird zwischen öffentlichen, freigemeinnützigen oder privaten Krankenträgern differenziert (siehe Kapitel 3.1.1). Zudem ist der Ablauf und hierbei speziell der Teil der Förderung sehr unterschiedlich, da sich die Förderung je nach Bundesland stark unterscheiden können. Eine einheitliche Definition für die Inhalte und die Tiefe der strategischen Planung gibt es bisher nicht, jedoch treten viele Schnittstellen in den verschiedenen bisher beschriebenen Werken auf.<sup>108</sup> Die auf den folgenden Seiten beschriebenen Phasen der LPH 0 werden anhand der Interviewergebnisse, welche im Anhang C dargestellt sind, beschrieben. In dieser übergeordneten Phase 0 sind die untergeordneten Phasen anhand der bereits in diesem Kapitel beschriebenen Werke dargestellt. Da die gesamte LPH 0 als eine zusammenhängende Phase betrachtet wird, werden die untergeordneten Phasen auch im BPMN-Prozessmodell als ein Prozessmodell dargestellt, jedoch entsprechend markiert (siehe Abbildung 34 und Abbildung 35).

In der Initialphase LPH 0.1 entscheidet sich der Bauherr, ob das betrachtete Krankenhausprojekt finalisiert werden soll. Auslöser für diese Phase kann ein kontinuierliches Monitoring des Wettbewerbs sein, aber auch neue bzw. andere Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel Änderungen bei der Gesetzgebung, Normen oder bei Investitionsmitteln.<sup>109</sup> Im Krankenhausbau kann es auch andere krankenhausspezifische Gründe haben, wie zum Beispiel eine Änderung des Krankenhausplanes des spezifischen Bundeslandes, des KHG oder beispielhaft ein Auslaufen einer Verordnung. Dies war zum Beispiel bei der Krankenhausbauverordnung in NRW der Fall, wodurch für Krankenhausbauten ab dann wieder die Landesbauordnung NRW (BauO NRW) galt. Ein weiterer krankenhausspezifischer Grund kann die Änderung bei der Förderung in einem Bundesland sein oder aber

<sup>106</sup> (AHO - Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V. 2021, S. 14)

<sup>107</sup> (Bundesministerium für Justiz 2013)

<sup>108</sup> (Stockhorst, Hofrichter und Franke 2018d)

<sup>109</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015, S. 25)

auch die Baufähigkeit des Bestandes, da Krankenhäuser eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer haben.<sup>110 111</sup> Im BPMN-Modell diesen Berichts wird die Initialphase im Gegensatz zu den weiteren Subphasen der LPH 0 in einer Aktivität dargestellt und nicht weiter spezifiziert, da der Ablauf abhängig von dem Auslöser und von der Entscheidung der Geschäftsführung ist.

Aufbauend auf die Initialphase werden in LPH 0.2, der Ist-Analyse und Bewertung, zunächst alle grundlegenden Informationen und Rahmenbedingungen des Bestandes bzw. der IST-Zustand analysiert und zusammengefasst. Diese Betrachtung ist insbesondere für den Krankenhausbau relevant, da Krankenhausneubauten selten losgelöst von einem bestehenden Krankenhaus gebaut werden, sondern in der Regel ein bestehendes Krankenhaus ergänzen bzw. teilweise oder komplett ersetzen sollen. Ausnahmen für diesen Fall gibt es allerdings auch, wie z. B. beim US Klinikum Weilerbach (siehe Kapitel 4.1.4). Die zu bewertenden Informationen können grundlegende Informationen zum Bestand mitsamt technischem Daten, zum Grundstück, zur Logistik oder zum Personal sein, aber auch aktuelle Daten zum medizinischen Programm bzw. Aufgabenspektrum sowie zu Funktionsbereichen umfassen. Für das medizinische Programm inklusive des benötigten Personals, der Behandlungen, der medizinischen Verfahren und der Beziehungen untereinander kann es sinnvoll sein, das ärztliche Personal bereits mit einzubeziehen. Zur Erfassung des medizinischen Programms und der Bewertung kann als Hilfestellung hierfür das Formblatt der DIN 13080-3 mit den Variationsmöglichkeiten zur Bestandserfassung und Bestandsbewertung verwendet werden.<sup>112</sup> Weitere zu ermittelnde Daten können die Kosten, die Wertschöpfung, aber auch die Ressourcenflüsse zur Darstellung der Schnittstellen im Krankenhaus sein. Neben diesen genannten internen Faktoren durch den Bestand sind allerdings auch weitere externe Faktoren relevant, wie die aktuelle Fördersituation im Bundesland oder auch baurechtliche Einflussfaktoren. Die genannten Informationen werden im Anschluss zur Ermittlung ausgewertet und analysiert. Ein weiterer zentraler Punkt der Phase 0.2 ist die Marktanalyse. Diese findet in drei verschiedenen Formen mit Fokus auf den Bedarf und die Nachfrage sowie auf die Konkurrenz und auf das eigene Potenzial statt. Am Ende dieser Phase besitzt der Bauherr alle relevanten externen und internen Informationen um mit der Bedarfsplanung als nächste Phase zu beginnen.<sup>113 114</sup>

Mit Start der LPH 0.2 können zudem, je nach Kompetenzen, erste externe Planer bzw. Berater für die strategische Planung hinzugezogen werden. Bevor externe Planer und Berater, wie ein BO-Planer hinzugezogen werden können, ist bei öffentlichen und freigemeinnützigen Krankenhausträgern eine Anmeldung von Vorarbeitskosten erforderlich. Diese ist notwendig, da diese Träger über keine eigenen Gelder verfügen und daher externe Kosten beim Finanzmittelgeber anmelden müssen, um Gelder für den entsprechenden Verwendungszweck zu erhalten. Dies kann auch bei privaten Krankenhausträgern sinnvoll sein. Allerdings ist zu beachten, dass bis zu einer positiven Rückmeldung der Förderung nicht weiter geplant werden kann bzw. der BO-Planer noch nicht eingebunden werden darf. Die Anmeldung der Vorarbeitskosten und deren Inhalte sind in den Landesbauverordnungen der Bundesländer geregelt.<sup>115</sup>

Im BPMN-Prozessmodell werden die Prozesse zur Erlangung einer besseren Übersichtlichkeit teilweise zusammengefasst. Am Anfang der LPH 0.2 steht die Anmeldung der Vorarbeitskosten, gefolgt von der Beauftragung von externen Beratern und Planern. Dieser Schritt kann sich in der gesamten LPH 0 wiederholen und ereignen. Dieser Subprozess wird an dieser Stelle allerdings einmalig dargestellt, da es der frühestmögliche Zeitpunkt zur Beauftragung ist. Das Erfassen der verschiedenen Daten wird allgemein als Erfassen von internen und externen Daten und das anschließende Analysieren und Bewerten zusammengefasst. Bei den internen Daten werden dabei, neben der Geschäftsleitung und dem Bauherrn, die Nutzer als Swimlane in das Modell mit eingebunden. Wie in jeder Leistungsphase des BPMN-Modells ist jeder Prozess ein iterativer Prozess und wird innerhalb des BPMN-Modells als Schleife dargestellt bis die entsprechende Phase ausreichend behandelt wurde und ein zufriedenstellendes Ergebnis vorliegt.

---

<sup>110</sup> (Innenministerium Nordrhein-Westfalen 1978)

<sup>111</sup> (Kucera 2020)

<sup>112</sup> (DIN 13080-3 2016)

<sup>113</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015, S. 16ff.)

<sup>114</sup> (Schulte 2012, S. 658)

<sup>115</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

In der Phase 0.3, der Bedarfsplanung und Zielerfassung, soll der Bedarf bzw. das SOLL und die dazugehörigen Ziele bestimmt werden. Die Grundlage für die LPH 0.3 ist eine vollständige IST-Bewertung und Analyse. Anhand der in dieser Leistungsphase ermittelten Daten kann dann die SOLL-Planung erfolgen. Da das medizinische Programm ein zentraler Punkt im Krankenhausbetrieb ist, wird zuerst der Bedarf und die Zielsetzung für das medizinische Programm ermittelt. Hierzu gehören das dafür benötigte Personal, die medizinischen Verfahren und die Schwerpunktbildung. Zentral für die Ermittlung des medizinischen Bedarfs sind, neben den eigenen ermittelten IST-Kapazitäten, die in LPH 0.2 durchgeführten Marktanalysen, mit denen die aktuelle und zukünftige Situation auf dem Markt aus verschiedenen Perspektiven so gut wie möglich dargestellt wird. Im Anschluss an die Bedarfsermittlung des medizinischen Programms erfolgt die Ermittlung für die Bereiche, welche für das medizinische Programm erforderlich sind. Dies sind die Bereiche Personal, Logistik, Technik, Medizintechnik, Gebäude und Energie.<sup>116 117</sup>

Am Ende dieser Bedarfsermittlung wird das SOLL bzw. der Bedarf durch ein Rahmen-Raumprogramm festgehalten, welches sich an den Funktionsbereichen der DIN 13080-3 orientiert.<sup>118</sup> Neben dem Bedarf ist die Zielsetzung ein zentraler Punkt der LPH 0.3. Diese wird teilweise parallel zur jeweiligen Bedarfsermittlung ausgearbeitet, wie bei dem medizinischen Programm oder den darauffolgenden ermittelten Bereichen zu Personal, Logistik, Technik, Medizintechnik, Gebäude und Energie. Die zentralen Ziele, welche definiert werden müssen, sind das Wettbewerbs- und Wirtschaftlichkeitsziel. Zum Abschluss der Phase 0.3 werden die ersten groben Terminziele mit der angestrebten Fertigstellung und erste Kostenziele in Blick auf die Investitionskosten und angestrebten Betriebskosten festgelegt. Diese können allerdings nur als Richtwerte verstanden werden, da die erste richtige Kostenschätzung nach DIN 276 erst in LPH 2 der HOAI folgt. Für diesen Kostenrahmen kann bereits die DIN 276 angewendet werden. In diese Methode fließen dann Kostenkennwerte, Richtlinien für die Baukostenplanung (RBK), Planungs- und Kostendaten (PLAKODA) oder die Methode der Kostenflächenart (KFA) mit ein.<sup>119 120</sup>

Die LPH 0.3 wird im BPMN-Modell insgesamt durch vier verschiedene Schritte dargestellt. Hierbei ist als erste Aktivität die Ziel- und Bedarfsermittlung des medizinischen Programms dargestellt, gefolgt von der Ermittlung der sonstigen Ziele und Bedarfe. Diese Schritte werden durch die Nutzer und die Projektleitung ausgeführt, wobei hierbei bereits ein BO-Planer unterstützend beraten und planen kann. Zum Abschluss dieser Phase wird der SOLL-Bedarf durch ein Rahmen-Raumprogramm dargestellt und die Termin- und Kostenziele ermittelt.

Die Phase 0.4, Machbarkeit und Varianten, kann auch als SOLL-IST Vergleich bezeichnet werden. Dabei werden verschiedene Varianten untersucht und miteinander verglichen. Anhand dessen wird in dieser Phase geklärt, wie das ermittelte SOLL bzw. der ermittelte Bedarf optimal gedeckt werden kann. Optional wird am Anfang der LPH zuerst eine Idealplanung erstellt. Diese stellt den Idealzustand des Krankenhausbaus dar, ohne dabei beeinträchtigende Randbedingungen und Ziele zu beachten. Hierbei wird auf Erfahrungswerte aus früheren Projekten zurückgegriffen. Anschließend werden bei der Realplanung anhand der ermittelten Rahmenbedingungen verschiedene Varianten erstellt. Diese werden anschließend einzeln bewertet, auf Machbarkeit geprüft und ein Rahmen-Raumprogramm hierzu erstellt. Anhand dieser Variantenbildung der Zielplanung und dem Vergleich dieser Varianten wird am Ende eine zufriedenstellende Zielvariante entwickelt. Die Entwicklung der Zielvariante kann zusätzlich durch die vorher erstellte Idealplanung unterstützt werden, indem immer weiter versucht wird, sich der Idealplanung unter den vorhandenen Rahmenbedingungen anzugleichen. Die abschließende Variante stellt dar, wie der definierte Bedarf gedeckt werden soll. Beispielsweise wird festgelegt, wie viel Quadratmeter der jeweiligen Funktionsflächen im geplanten Neubau- bzw. Anbauprojekt erforderlich sind. Es kann zudem sinnvoll sein, den groben Flächenbedarf der Technikflächen mit in das Raum- und Funktionsprogramm (RFP) zu übernehmen.<sup>121 122</sup> Nachdem feststeht, wie

---

<sup>116</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>117</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015, S. 19ff.)

<sup>118</sup> (AKG Arbeitsgruppe Zielplanung 2014, S. 6)

<sup>119</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>120</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015, S. 23f.)

<sup>121</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>122</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015, S. 24ff.)

der Bedarf für das Projekt gedeckt werden soll, wird nach der Anmeldung auf Vorarbeitskosten wiederholt Kontakt zur Förderbehörde bzw. dem Finanzmittelgeber aufgenommen. In diesem Rahmen wird der Bedarf angemeldet. Auf Seiten der Förderbehörde kann es dabei erste Anzeichen zur grundsätzlichen Förderfähigkeit an den Klinikbetreiber geben. Die Ergebnisse aus dem Workshop und aus den Experteninterviews in AP2 in der Kategorie „Zeitpunkt Erstkontakt Förderbehörde“ zeigen, dass ab diesem Zeitpunkt der Fördermittelgeber regelmäßig über den Stand der Planung informiert wird. Dies hilft dabei, die Anforderungen des Fördermittelgebers zu ermitteln und steigert die Wahrscheinlichkeit eines positiven Fördermittelantrags, welcher in LPH 3 gestellt wird.<sup>123</sup> Die Inhalte der Bedarfsanmeldung sind in den jeweiligen Vorschriften des entsprechenden Bundeslandes beschrieben (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12  
Landesbauvorschriften der Bundesländer

Bundesland	Landesbauvorschrift	Kostenvoranmeldung	Bedarfsanmeldung
Baden-Württemberg	DAW <sup>124</sup>	-	C. 2.2
Bayern	RLBau Bayern <sup>125</sup>		
Berlin	Ausführungsvorschrift <sup>126</sup>		
Brandenburg			
Bremen	RLBau Bremen <sup>127</sup>		
Hamburg			
Hessen	GABau <sup>128</sup>		
Mecklenburg-Vorpommern			
Niedersachsen	RLBau Niedersachsen <sup>129</sup>		
Nordrhein-Westfalen			
Rheinland-Pfalz	RLBau RLP <sup>130</sup>	E. 3	E.2
Saarland	RL-Hochbau <sup>131</sup>		
Sachsen	RLBau Sachsen <sup>132</sup>		

<sup>123</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>124</sup> (Staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung 2018)

<sup>125</sup> (Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr und das Bayerischen Staatsministeriums der Finanzen und für Heimat 2020)

<sup>126</sup> (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin 2011)

<sup>127</sup> (Ministerium der Finanzen Bremen 2018)

<sup>128</sup> (Hessisches Ministerium der Finanzen 2022)

<sup>129</sup> (Niedersächsisches Finanzministerium 2020)

<sup>130</sup> (Ministerium der Finanzen Rheinland-Pfalz 2021)

<sup>131</sup> (Ministerium für Finanzen und Europa des Saarlandes 2021)

<sup>132</sup> (Ministerium für Finanzen Sachsen 2018)

Bundesland	Landesbauvorschrift	Kostenvoranmeldung	Bedarfsanmeldung
Sachsen-Anhalt	RLBau LSA <sup>133</sup>	E. 2	E.2
Schleswig Holstein	HBBau SH <sup>134</sup>		
Thüringen	RLBau Thüringen <sup>135</sup>		

Quelle: Eigene Darstellung

Im BPMN-Prozessmodell wird die Phase 0.4 durch die Erstellung der Varianten, gefolgt von der Bewertung der Machbarkeit dieser und einem anschließendem Vergleich dieser dargestellt. Die Besonderheit bei dieser Teilphase der LPH 0 ist, dass sich die wiederholende Schleife bereits nach dem Variantenvergleich befindet, da bereits vor der Bedarfsanmeldung entschieden wird, ob eine zufriedenstellende Variante vorliegt und erst danach der Bedarf bei der Förderbehörde angemeldet wird. Zum Abschluss der LPH 0.4 wird anschließend anhand der gewählten Variante und der daraus erstellten vollständigen Bedarfsplanung der Bedarf bei der Fördermittelbehörde angemeldet.

Die Phase 0.5 Organisation stellt den Übergang zu den Leistungsphasen der HOAI dar. Damit ist sie eine zentrale Phase für das Projekt und verbindet die Phasen der Planungsphase 0 mit der LPH 1 der HOAI, der Grundlagenermittlung. In LPH 0.5 wird das erforderliche Projektteam zusammengestellt, damit dieses in der Grundlagenermittlung mit der Planung starten kann. Dieses Projektteam umfasst die Projektleitung und die Projektpartner, wie Architekten und Fachplaner, aber auch weitere Stakeholder, welche genauer zu Beginn dieses Kapitels beschrieben wurden.<sup>136</sup> Abhängig von der Größe des Projektes kann es zusätzlich sinnvoll sein, zu Beginn einen Juristen und Projektsteuerer einzubinden und sich von ihnen bei der Auswahl des Projektteams unterstützen zu lassen.<sup>137</sup> Im BPMN-Prozessmodell wird aufgrund der gewählten Aufbauorganisation nicht weiter auf den Projektsteuerer eingegangen, da die Aufgaben der Projektsteuerung in der gewählten Aufbauorganisation von der Projektleitung bzw. dem Projektmanagement geleistet werden.

Die LPH 0.5 startet im BPMN-Prozessmodell mit einem parallelen Gateway, da LPH 0.6 nicht auf die LPH 0.5 aufbaut. Anschließend beginnt das Aufstellen des Projektteams nach öffentlichen Richtlinien. Daraufhin erfolgt zunächst die Vergabe der Planungsleistung an den Architekten und erst anschließend die Vergabe an die Fachplaner, bei welcher der Architekt gegebenenfalls die Projektleitung des Bauherrn unterstützt.

Während der LPH 0.5 kann die LPH 0.6, die Zielformulierung und Dokumentation, bereits beginnen, da diese auf LPH 0.4 aufbaut. In LPH 0.6 werden die Informationen aus den vorherigen Planungsphasen zusammengefasst und als Zielplan dargestellt. Zentrale Informationen sind Termine, Kosten, eine Definition des Gebäudes in Form eines Raumbuches, sowie definierte Prozesse in Form eines Betriebs- und Organisationskonzepts und des RFP, welches laut den Interviews ein zentrales Ergebnis der LPH 0 ist. Inhalt des RFP können dabei zusätzlich ein Stellenplan und ein erstes Flächenlayout nach DIN 13080-4 sein.<sup>138</sup> Die gesammelten Informationen sind die Grundlage für die LPH 1 der HOAI. Abhängig davon, wie genau die Arbeiten in Phase 0.5 durchgeführt werden, werden Leistungen aus der LPH 1 bereits abgedeckt. In diesem Fall sind die Leistungen in LPH 1 reduziert und können bzgl. der Honorierung abgemindert werden. Je genauer die bereits im Vorhinein der HOAI ermittelten Ziele und Informationen sind, desto sicherer sind die Ergebnisse der Phasen der HOAI.<sup>139</sup> Neben den direkten Zielen für das Projekt muss am Ende der Zielplanung zusätzlich eine fertige Dokumentationsrichtlinie (DRL) erstellt worden sein. In dieser ist festgelegt, wie und welche Informationen abgelegt werden müssen. Dies ist bei der Menge der Schnittstellen zwischen den

<sup>133</sup> (Ministerium für Finanzen Sachsen-Anhalt 2014)

<sup>134</sup> (Finanzministerium des Landes Schleswig-Holstein 2014)

<sup>135</sup> (Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft 2021)

<sup>136</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015, S. 36)

<sup>137</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>138</sup> (DIN 13080-4 2016)

<sup>139</sup> (Roth, Dombrowski und Fisch 2015, S. 27f.)

Planungsbeteiligten und der Komplexität des Krankenhausbaus notwendig, um das Bauprojekt erfolgreich abzuschließen. Als Richtlinie für die DRL kann dabei die Ablagestruktur GEFMA 922-4 verwendet werden. Die DRL kann dabei auch Bestandteil eines Organisationshandbuches sein, in welchem alle erforderlichen Abläufe der Planung dargestellt sind und die Leistungen der Projektteilnehmer grob dargestellt und beschrieben sind.<sup>140</sup>

Die vollständige Phase 0.6 besteht ausschließlich aus den zwei Aktivitäten des Abgleichs der Zielvariante mit den vordefinierten Zielen und der finalen Dokumentation, aus der sich die vollständige Zielplanung ergibt. Hierbei kann es je nach Überprüfung der Zielplanung notwendig sein, die Dokumentation zu überarbeiten oder sogar Schritte in früheren Phasen der Leistungsphase 0 zu wiederholen. Den Abschluss des gesamten Prozessmodells der Leistungsphase 0 ergeben die erfolgreich abgeschlossenen Phasen 0.5 und 0.6. Nach diesem Abschluss der Leistungsphase 0 beginnen die Phasen und damit auch BPMN-Prozessmodelle der HOAI.

Die Aufgaben des Bauherrn in der gesamten LPH 0 lassen sich unterteilen in nicht delegierbare Aufgaben, beschränkt delegierbare Aufgaben und grundsätzlich delegierbare Aufgaben, welche in Tabelle 13 aufgelistet sind.

Tabelle 13  
Delegierbare Bauherrnaufgaben in der Leistungsphase 0

Nicht delegierbare Aufgaben	Beschränkt delegierbare Aufgaben Mitwirkung Externer	Grundsätzlich delegierbare Aufgaben Übernahme durch Externe
Entwicklung der Projektidee		
unternehmensstrategische und medizinische Zielplanung		
Bedarfsplanung, Datenerhebungen (Personal, Fallzahlen etc.)		Raum- und Funktionsprogramm
Definition der obersten Projektziele in Bezug auf Kosten, Termine, Qualitäten	Detaillierung der Projektziele im Rahmen der übergeordneten Ziele	
Festlegung der Kosten, Termin- und Qualitätsziele		Erstellung des Kostenrahmens DIN 276, Rahmenterminplans, Auswahl der baulichen Qualitäten
Auswahl/Beauftragung geeigneter Berater und Planer	Durchführung erforderlicher Auswahlverfahren	Vorbereitung/Erstellung von Verträgen
Übernahme der Projektleitungsfunktion		
Initiierung von Förderverfahren		Erstellung von Konzepten, Unterlagen, zur Umsetzung der Zielplanung

<sup>140</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

Nicht delegierbare Aufgaben	Beschränkt delegierbare Aufgaben Mitwirkung Externer	Grundsätzlich delegierbare Aufgaben Übernahme durch Externe
Festlegung der Projektaufbau- und -ablauforganisation	Festlegung der Kommunikations- und Entscheidungswege	Erstellung des Projekthandbuchs, Kommunikation, Berichts- und Protokollwesen, Änderungs-, Entscheidungs- und Risikomanagement

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (Stockhorst, Hofrichter und Franke 2018a, S. 58)

### Leistungsphase 1

Die Grundlagenermittlung ist die erste Leistungsphase der HOAI. Diese baut auf die LPH 0.5 und LPH 0.6 auf, in welcher das Ziel des Projektes auf Auftraggeberseite definiert wird. Sie weist einige Überschneidungen mit den Phasen der LPH 0 auf, wenn die Grundleistungen und besonderen Leistungen betrachtet werden. Beispiele hierfür sind die besonderen Leistungen der Bedarfsplanung oder das Aufstellen eines RFP. Auch Grundleistungen, wie die Ortsbesichtigung oder das Beraten zum Leistungs- und Untersuchungsbedarfs, sind bereits in der LPH 0 enthalten. Diese müssen bei einer umfassenden Zielplanung nicht mehr im selben Umfang in der LPH 0 geleistet werden, sondern nur noch geprüft werden und möglicherweise durch den Architekten oder Fachplaner ergänzt werden.<sup>141</sup>

Die zentralen Punkte bei der Grundlagenermittlung stellen die Einbindung der Architekten und Fachplaner sowie die Übermittlung der Ergebnisse aus LPH 0 dar. Daraufhin erfolgt nach HOAI die Definition der Aufgabenstellung der verschiedenen Planer. Das Ergebnis der Aufgabenstellung ist dabei die Planung der Planung. In dieser werden die angestrebten Kosten, Termine, Qualitäten, Schnittstellen sowie die Organisation festgelegt.<sup>142</sup>

In der Grundlagenermittlung sollten zudem erste Gutachter mit eingebunden werden, da einige Gutachten als Voraussetzung für die Ausführung bzw. die weitere Planung frühzeitig vorliegen müssen. Dies betrifft die Umweltverträglichkeitsstudie, das Kampfmittelgutachten, das Schadstoffgutachten, das Artenschutzgutachten und ein geotechnisches Gutachten. Da, wie bereits erwähnt, sich viele der Leistungen in der LPH 1 bereits in der LPH 0 wiederfinden, übernehmen manche Bauherren mit fachkundigem Personal die LPH 1 selbst<sup>143</sup> oder die Honorierung dieser Phase wird durch die vorher durchgeführte Zielplanung reduziert.<sup>144</sup> Am Ende der LPH 1 erfolgt der Übergang in die Vorplanung durch eine förmliche Freigabe durch den Bauherrn bzw. seine Projektleitung.<sup>145</sup>

Im BPMN-Prozess werden die Leistungsphasen 1 und 2 der HOAI in einem Diagramm dargestellt (siehe Abbildung 36 und Abbildung 37), da beide Leistungsphasen im Vergleich zu den anderen Phasen kürzer sind. Die gesamte im oberen Abschnitt beschriebene Leistungsphase 1 wird durch vier Aktivitäten zusammengefasst. Dies ist zu Beginn die Einbindung der Planer, bei der der Architekt, die Fachplaner und die Projektleitung beteiligt sind. Anschließend wird die Aufgabenstellung durch die genannten Akteure besprochen und die Nutzer stellen gegebenenfalls ihre Anforderungen dar. Daraufhin erfolgt die Grundlagenermittlung durch die Planer, welche zum Abschluss durch die Projektleitung und den Bauherrn geprüft und freigegeben wird.

### Leistungsphase 2

Die Leistungsphase der Vorplanung wird von den Planern, unter Berücksichtigung der Vorgaben aus LPH 0, ein medizinisches Konzept entwickelt, wie das Krankenhaus gebaut wird. Dies bedeutet, dass am Ende der

<sup>141</sup> (Küpper 2022)

<sup>142</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>143</sup> (Kalusche 2016, S. 79)

<sup>144</sup> (AKG Arbeitsgruppe Zielplanung 2014, S. 5)

<sup>145</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

Vorplanung die funktionalen Ziele zwischen Räumen und deren Verkehrswege, Gebäudegeometrie mit Baumassen und Fassadengestaltung, die grundlegenden energetischen Systeme und konstruktive Systeme feststehen. In der Medizintechnik wird aufgrund des RFP und des Architektenplans eine erste Planung der Medizintechnik entworfen, das technische Raumbuch erstellt oder falls durch die LPH 0 vorhanden, überprüft. Zudem wird eine, dem Nutzer entsprechende, konkretisierte Gerätekonfiguration erstellt.<sup>146</sup> Die TGA baut teilweise auf die Medizintechnik auf. Die Prozesse werden trotzdem als parallel dargestellt, da sich die Fachplaner unter Koordination des Architekten untereinander absprechen müssen und die notwendige Zuarbeit der Medizintechniker für die TGA nur einen Teilaspekt der Konzeption darstellt.<sup>147</sup>

Zu Beginn der Vorplanung erstellt der Architekt auf Grundlage der abgestimmten Grundlagenermittlung, in welche auch die Informationen aus LPH 0, wie das RFP, den bestimmten Bedarf und den Kostenrahmen, inklusive der gesamten Zielplanung mit einfließen, ein erstes Konzept zur Geometrie. Dies geschieht am Anfang in der Regel händisch und wird erst in CAD-Systeme übernommen, wenn das Konzept steht. Betrachtet werden beim geometrischen Konzept bereits das konstruktive System mit den Rastermaßen und Geschosshöhen, der Gestaltungsrahmen mit der Gebäudegeometrie inklusive der Baumassen und der grundsätzlichen Gebäudehülle sowie die funktionalen Zusammenhänge. Dies betrifft vor allem die grundlegenden Räume und Verkehrswege. Auf Grundlage des geometrischen Konzeptes des Architekten erstellen die Fachplaner die Konzeption der TGA. Dies betrifft bei der Medizintechnik eine erste medizinische Vordimensionierung inklusive des technischen Raumbuchs in Bezug auf die Medizintechnik.<sup>148</sup> Die TGA-Planer stellen im Rahmen der Konzeption verschiedene energetische Systeme gegenüber und bestimmen die bauphysikalischen Rahmendaten und die gebäudetechnische Ausstattung. Bei der gesamten Konzeption ist wie im gesamten Planungsprozess ein kontinuierlicher Austausch zwischen den Planern und die Koordination der Fachplaner durch den Architekten für eine erfolgreiche Planung notwendig. Bei zentralen Fragen und Entscheidungen ist zudem der Bauherr bzw. sein Projektmanagement miteinzubinden bzw. zu informieren. Nach der Fertigstellung der verschiedenen abgestimmten Konzepte werden diese Varianten untersucht und miteinander verglichen. Dies beinhaltet für die Varianten, welche dem Bauherrn als Ergebnis der Variantenuntersuchung vorgestellt werden, eine Wirtschaftlichkeitsberechnung. In dieser werden, neben den voraussichtlichen Investitionskosten, gegebenenfalls eine erste Betrachtung der Lebenszykluskosten vorgenommen. Zur Betrachtung der Lebenszykluskosten bzw. der Nutzungskosten kann die DIN 18960 angewendet werden. Anhand dieser können die Nutzungskosten im Hochbau ermittelt werden und weiter aufgegliedert werden. Ein Ziel der Norm ist dabei die Wirtschaftlichkeitsuntersuchung.<sup>149</sup> Nachdem die Konzepte auf Wirtschaftlichkeit untersucht wurden, werden die Ergebnisse dem Bauherrn vorgestellt und abgestimmt. Falls der Bauherr mit den Varianten unzufrieden ist oder Ergänzungen fordert, wird im Planungsprozess nochmals zur Konzeption der Geometrie durch den Architekten zurückgegangen. Dieser Ablauf wird so lange wiederholt, bis sich auf ein entsprechendes Planungskonzept geeinigt wird.<sup>150</sup> Nachdem ein finales Planungskonzept feststeht, werden vom Architekten und den Fachplanern Pläne im Maßstab 1:200 erstellt. In diesen werden die im Konzept beschriebenen Informationen weiter detailliert und maßstabsgetreu dargestellt. Zusätzlich wird in diesem Schritt die Lage der TGA und der Trassen schematisch dargestellt. Da hierfür die Raumanordnung festgelegt werden muss, wird in diesem Schritt die Raumanordnung in Verbindung mit dem Betriebs- und Organisationskonzept festgelegt. Dabei können die Räume nach der DIN 13080 in Funktionsflächen unterteilt werden<sup>151</sup>. Im Rahmen dieser Raumanordnung werden zusätzlich die Nutzerinnen und Nutzer sowie der Bauherr inklusive der Projektleitung bzw. dem Projektmanagement einbezogen. Nachdem die Raumordnung feststeht, wird diese mit dem RFP abgeglichen und die Wirtschaftlichkeit der Anordnung der Räume in Anbetracht der BO-Prozesse überprüft und nachgewiesen. Für diesen Nachweis kann dabei auch eine Simulation der Prozesse genutzt werden. Falls die Planung nicht mit

---

<sup>146</sup> (Kramme 2007, S. 61-64)

<sup>147</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>148</sup> (Kramme 2007, S. 61-64)

<sup>149</sup> (DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) kein Datum)

<sup>150</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 333ff.)

<sup>151</sup> (DIN 13080 06.2016)

dem RFP übereinstimmt, muss die Planung angepasst werden oder das RFP überarbeitet werden, da dieses auch in den weiteren Schritten als Planungsgrundlage dient.

Auf Grundlage dieses Planungsstandes wird die vollständige Kostenschätzung nach DIN 276 ergänzt bzw. erstellt, falls dies noch nicht im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsberechnung geschehen ist. Dabei werden für die Kostenschätzung Informationen zum Baugrundstück, Erschließung, zu den Mengen nach Kostengruppen und erläuterte Angaben zu der Planung und dessen Zusammenhängen benötigt. Zusätzlicher Bestandteil der Kostenschätzung sind bereits angefallene Kosten, wie bereits erbrachte Planungsleistungen. Bei der Kostenschätzung werden die Kosten auf Grundlage dieser Daten bis in die zweite Ebene der Kostengruppen ermittelt.<sup>152</sup>

Anschließend erstellen die Fachplaner anhand der Ergebnisse die Erläuterungsberichte der Vorplanung. In diesen sind die Ergebnisse der Leistungsphase beschrieben und textlich erläutert. Zusätzlich sind die erstellten Pläne Bestandteil des Erläuterungsberichtes, welcher neben den genannten Informationen zum Konzept, weitere allgemeine Daten zum Bauprojekt enthält.<sup>153</sup>

Der Erläuterungsbericht beginnt mit den Grundlagen der Planung, wie dem Bebauungsplan oder dem abgesprochenen oder teilweise in vorherigen Gesprächen bereits genehmigten RFP. Ein weiterer Bestandteil sind die allgemeinen Informationen zum Grundstück. Dabei wird die Lage des Grundstückes angegeben und das Grundstück beschrieben und die verschiedenen Varianten im Rahmen eines Variantenvergleichs dargestellt<sup>154</sup>. Anschließend wird das Entwurfskonzept der beteiligten Architekten und der anderen Fachplaner vorgestellt. In diesem wird unter anderem das Planungskonzept der Planer dargestellt und beschrieben. Dabei können die verschiedenen Teile der Planung nach den Kostengruppen gegliedert und beschrieben werden. Weitere Punkte des Erläuterungsberichtes sind die durchgeführte Kostenschätzung nach DIN 276 das Raumprogramm und Planunterlagen. Das Raumprogramm orientiert sich dabei an den Funktionsflächen und -räumen im Maßstab 1:200. Im Rahmen der Beschreibung des RFP ist es im Krankenhausbau zudem sinnvoll, die verschiedenen Funktionsbereiche im Krankenhaus inklusive der Abhängigkeiten und des Krankenhausbetriebes zu beschreiben. Die Betriebsbeschreibung sollte zudem das hygienische Konzept beinhalten. Im Entwurfskonzept werden die gewählten Systeme dargestellt und kurz beschrieben inklusive der beschriebenen Baustoffe. Die Beschreibung der Qualitäten und eine genauere Beschreibung der Bestandteile erfolgt jedoch erst in den späteren Leistungsphasen.<sup>155 156</sup>

Nach dem Erläuterungsbericht folgen die Vorverhandlung mit dem Fördermittelgeber, da die Bundesländer nach KHG<sup>157</sup> für die Investitionskosten bei Krankenhäusern aufkommen müssen<sup>158</sup>. Ein weiterer besonderer Fokus ist auf die Absprache mit dem Bauamt zu legen, da der Krankenhausbau nach den Landesbauordnungen, wie der Landesbauordnung NRW unter den großen Sonderbau fällt.<sup>159</sup> Dies bedeutet, dass besondere Bedingungen eingehalten werden müssen. Zudem gibt es in einigen Bundesländern spezifische Krankenhausbauordnungen. Insbesondere in Bundesländern, in welchen es diese nicht gibt, müssen die Vorschriften seitens des Bauamtes genau abgestimmt werden. Hierbei werden oftmals spezifische Regelwerke anderer Bundesländer verwendet. In LPH 2 werden weitere Behörden mit in den Abstimmungsprozess eingebunden werden. Diese Behörden sind das Gesundheitsamt als kritische Behörde im Krankenhausbau, aber auch das Gewerbeaufsichtsamt, der Arbeitsschutz und je nach Bedarf die Luftfahrtbehörde. Des Weiteren ist beim Kontakt mit dem Bauamt immer zu beachten, ob mögliche Auflagen des Bauamtes förderschädlich sein könnten und dabei ein Kompromiss oder eine Lösung zwischen den Anforderungen vom Bauamt und Fördermittelgeber gefunden werden muss. Nach den Verhandlungen mit den Behörden muss je nach Ergebnis die Vorplanung überarbeitet werden. Bei einer vollständigen Prüfung

---

<sup>152</sup> (DIN 276 12.2018)

<sup>153</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 333-335)

<sup>154</sup> (Rendler kein Datum)

<sup>155</sup> (Stirnweiß 2018)

<sup>156</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 333ff.)

<sup>157</sup> (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2023)

<sup>158</sup> (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2023, S. 2)

<sup>159</sup> (Innenministerium Nordrhein-Westfalen 2021)

werden die Erkenntnisse zum Bauantrag ebenfalls in den Erläuterungsbericht übernommen.<sup>160</sup> Im Rahmen des Kontaktes mit dem Bauamt wird zudem die grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit des Projektes geprüft. Abgeschlossen wird die Phase der Vorplanung, wie jede der Planungsphasen, mit der Freigabe des Bauherrn.<sup>161</sup> Kochendörfer et al. gibt in seinem Planungsablauf der LPH 2 an, dass die Fachplaner am Anfang der Vorplanung beauftragt werden. Die Experteninterviews haben jedoch ergeben, dass die Fachplaner bereits in Leistungsphase 1 in die Planung eingebunden werden und teilweise bereits am Ende der LPH 0 beauftragt werden.

Im BPMN-Prozessmodell lässt sich die gesamte LPH 2 in drei verschiedene übergeordnete Abschnitte unterteilen (siehe Abbildung 36 und Abbildung 37). Der erste Abschnitt besteht aus der Erstellung zufriedenstellender Konzepte bzw. zufriedenstellender Varianten, welche aus fünf Schritten mit neuen Aktivitäten besteht. Anschließend folgt der mit sechs Schritten größte Abschnitt der LPH 2. Dieser Abschnitt endet mit den Verhandlungen bzw. Gesprächen mit den entsprechenden landesspezifischen Behörden für den Fördermittelantrag und die Baugenehmigung. Den Übergang in die LPH 3 stellt die Freigabe der Vorplanung durch den Bauherrn dar, nachdem diese final durch die Planer zusammengestellt und durch die Projektleitung und den Bauherrn geprüft wurde.

### Leistungsphase 3

In der Entwurfsplanung bzw. System- und Integrationsplanung werden alle Informationen aus der Grundlagenermittlung und Vorplanung zu einem ersten Gebäudeentwurf zusammengefasst. Dabei wird die Planung weiter konkretisiert und detailliert. Das konkrete Ziel der LPH 3 im Krankenhausbau ist eine Planung, welche den Anforderungen und Ansprüchen des Fördermittelgebers entspricht und ein genehmigungsfähiger Fördermittelantrag gestellt werden kann. Dass der Fördermittelantrag auf dem Abschluss der LPH 3 basiert und nicht auf dem der LPH 4, wie beispielsweise im sozialen Wohnungsbau, ist dabei eine Besonderheit im Krankenhausbau<sup>162</sup>. Mit der Abgabe des Fördermittelantrags ist die Planung zudem nicht mehr ohne Weiteres zu ändern. Änderungen müssen dann beim Fördermittelgeber beantragt werden.

Voraussetzung für die LPH 3 ist eine freigegebene Vorplanung. Auf Grundlage der Vorplanung wird anschließend das Entwurfskonzept durch die Fachplaner und den Architekten erstellt. In diesem Konzept wird die Planung weiter detailliert und der Maßstab der Pläne von 1:200 auf 1:100 verfeinert. Auf Grundlage dieses abgestimmten Entwurfskonzeptes konkretisieren anschließend die Fachplaner unter Koordinierung und Rücksprache mit dem Architekten ihre Planung. Welcher Fachplaner dabei welche Leistungen zu erbringen hat und wo die Schnittstellen zwischen den Planern sind, wird durch eine Gewerkebeziehungsmatrix dargestellt. Dabei erstellt der Tragwerksplaner eine prüffähige Statik. Die anderen Fachplaner legen zudem die Systeme fest, sprechen die Trassenführung final ab, schätzen die jährlichen Betriebswerte und -kosten ab, ermitteln den Platzbedarf und geben die Lastangaben der Systeme und die Grundrisse an. Hierbei ist auch eine genaue Abstimmung zwischen den Fachplanern notwendig. Beispielsweise übermittelt der Medizintechnikfachplaner den TGA-Fachplanern die Raumanforderungen und benötigten Medien für die medizinischen Gase. Nachdem die Fachplaner die jeweiligen Entwürfe fertiggestellt haben, erstellt der Architekt mit Unterstützung der Fachplaner die vorläufigen bzw. die finalen Entwurfspläne. Diese Entwurfspläne sind im Maßstab 1:100 und für Innenräume im Maßstab 1:50 bzw. 1:20 anzufertigen. In der fertigen Entwurfsplanung werden dabei die wesentlichen gestalterischen, funktionalen, technischen und wirtschaftlichen Zusammenhänge geprüft. Dies betrifft die grundsätzliche Festlegung zum Ausbau, Rohbau, die Gebäudehülle und Angaben zum Gebäude- und Organisationskonzept. Abbildung 28 gibt eine Übersicht zu den Inhalten einer abgeschlossenen Entwurfsplanung am Beispiel eines Realprojekts der Firma VAMED.

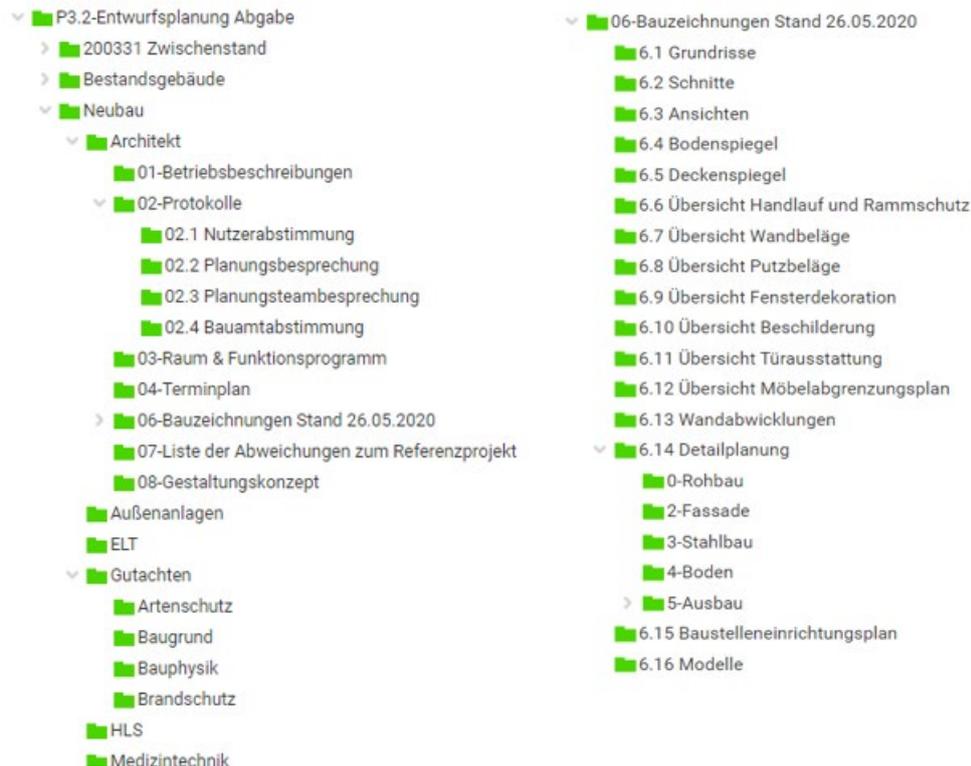
---

<sup>160</sup> (Stirnweiß 2018, S. 3)

<sup>161</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 333-335)

<sup>162</sup> (Vogel 2009, S. 166-167)

Abbildung 28  
Beispielhafte Inhalte einer abgeschlossenen Entwurfsplanung



Quelle (VAMED VSB-BPS 2021)

Nachdem die Entwurfspläne fertiggestellt sind, wird das Raumbuch fortgeführt und aktualisiert. Je nach Größe des Projektes wird zudem von den Fachplanern ein technisches Raumbuch erstellt. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass dies nach HOAI eine besondere Leistung darstellt. Aufgrund der erstellten Raumbücher wird infolgedessen überprüft, ob die Raumbücher mit der Planung übereinstimmen. Gegebenfalls erfolgt eine weitere Überarbeitungsschleife.

Zur Berechnung der Kosten müssen daraufhin zuerst die Grundflächen und Rauminhalte nach der DIN 277<sup>163</sup> aufgestellt werden, da die Berechnung nach der Norm die Grundlage für die Ermittlung der Kosten nach DIN 276 bildet. Die Berechnung der Kosten nach DIN 276 erfolgt in der Phase der Entwurfsplanung bis in die 3. Ebene<sup>164</sup>. Demnach wird Kostenschätzung aus der Vorplanung anhand der detaillierteren Planung um eine Ebene weiter konkretisiert. Parallel dazu wird zusätzlich der Terminplan fortgeschrieben.<sup>165 166</sup>

In LPH 3 wird in vielen Projekten ein Design-Freeze angeordnet. Dies bedeutet, dass zu diesem Zeitpunkt die letzte Möglichkeit für die Nutzer besteht, eigene Nutzeranforderungen zu stellen. Dies wird als sinnvoll erachtet, da mit der Abgabe des Fördermittelantrags am Ende der LPH 3 das erste Mal die Planung gegenüber einer Behörde offiziell festgelegt wird und spätere Änderungen der Planung mit hohem Aufwand verbunden sind. Es wird empfohlen, sich von den Nutzern den aktuellen Stand der Planung freigeben zu lassen. Falls es Änderungswünsche durch die Nutzerinnen und Nutzer gibt, werden diese inklusive der aktuellen Entwurfsplanung anschließend vom Bauherrn und dessen Projektmanagements geprüft. Falls sich aus dieser Prüfung Änderungen ergeben, muss die Entwurfsplanung nochmals angepasst werden. Sobald die Planung zufriedenstellend ist, erstellen die Planer im Anschluss die Erläuterungsberichte, welche anschließend vom Architekten als Objektplaner in einen Erläuterungsbericht zusammengefasst werden. Inhalte des

<sup>163</sup> (DIN 277 08.2021)

<sup>164</sup> (DIN 276 12.2018, S.10)

<sup>165</sup> (Kalusche 2016, S. 322)

<sup>166</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 335f.)

Erläuterungsberichts sind dabei eine allgemeine Objektbeschreibung der Planung inklusive nutzerspezifischer Angaben, wie der Bewertung der Krankenhaushygiene und des Arbeitsschutzes. Zusätzlich wird neben dem Erläuterungsbericht oder als Bestandteil des Erläuterungsberichtes eine Betriebsbeschreibung erstellt, in welcher alle Prozesse im Krankenhaus dargestellt sind.<sup>167 168</sup>

Anschließend werden die Unterlagen für den Fördermittelantrag zusammengestellt. Diese beinhalten, neben den Planunterlagen der Entwurfsplanung, eine technische und gestalterische Baubeschreibung, Flächen, Kubaturnachweise und die Kostenberechnung nach DIN 276<sup>169</sup>. Weitere Inhalte sowie die genaue Zusammensetzung werden im Vorfeld bereits mit der entsprechenden Förderbehörde abgesprochen, mit welcher der Bauherr und sein Projektmanagement seit der LPH 0 in Kontakt stehen. Falls sich dabei herausstellt, dass der Fördermittelantrag nochmals überarbeitet werden muss, wiederholen sich die Planungsschritte der Entwurfsplanung entsprechend bzw. der Fördermittelantrag wird ergänzt. Falls es keine Anmerkungen seitens der Fördermittelbehörde gibt, wird die Entwurfsplanung vom Bauherrn freigegeben und der Fördermittelantrag wird bei der entsprechenden Fördermittelbehörde eingereicht.

Nach der Entwurfsplanung hat der Bauherr die Wahl, ob er bis zur Genehmigung des Fördermittelantrags wartet oder auf sein eigenes Risiko fortfährt. Hierbei besteht das Risiko einer Ablehnung oder Änderung des Antrags. Diese Abänderung kann dann in Form von Kosten oder auch anderen baulichen Änderungen erfolgen. Um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass der Fördermittelantrag genehmigt wird, ist es sinnvoll die Genehmigungsbehörde bereits in den früheren Planungsphasen einzubinden.<sup>170</sup> Die Ergebnisse der Expertinterviews zeigen, dass die Mehrheit der Interviewten die Planung nach der LPH 3 allerdings auf eigenes Risiko fortsetzen. Dies ist auch von der Geschäftsform des Krankenhauses abhängig. Spätestens nach der LPH 5 muss der Förderbescheid vorliegen, da bei der Verwendung von Fördermitteln vor der Bewilligung keine Informationen veröffentlicht werden dürfen. Ansonsten droht ein Verlust der Förderfähigkeit.<sup>171</sup>

Das BPMN-Prozessmodell (siehe Abbildung 38 und Abbildung 39) besteht aus den drei Abschnitten der eigentlichen Entwurfsplanung, der Abstimmung des Förderantrags und der Erstellung des eigentlichen Förderantrages. Dabei ist der mit Abstand größte Schritt die Erstellung der eigentlichen Entwurfsplanung. Dabei erstellen die Planer das Entwurfskonzept mit den Entwurfsplänen und einer Flächenberechnung, Kostenberechnung und Terminplanung, welche jeweils als Aktivitäten dargestellt werden. Die letzte Aktivität in diesem BPMN-Abschnitt, ist die letzte Chance von Nutzeranforderungen durch den Nutzer und die Prüfung der Entwurfsplanung durch die Projektleitung und den Bauherrn. Im nächsten Abschnitt wird anhand von vier Schritten das Erstellen des Erläuterungsberichtes und die Zusammenstellung der Unterlagen für den Fördermittelantrag sowie die Absprache mit der Fördermittelbehörde dargestellt. Auch nach diesem Abschnitt gibt es eine Wiederholungsschleife, falls der Fördermittelantrag überarbeitet werden muss. Zum Abschluss des BPMN-Modells der LPH 3 wird die Entwurfsplanung vom Bauherrn freigegeben und der Fördermittelantrag eingereicht.

#### **Leistungsphase 4**

Das zentrale Ziel der Genehmigungsphase ist das Erlangen der Baugenehmigung. Hierfür werden alle benötigten Vorlagen und Unterlagen, sowie Planungsunterlagen zusammengestellt, Beschreibungen und Berechnungen ergänzt und angepasst, sodass diese die Forderungen des Baugenehmigungsverfahrens erfüllen.<sup>172</sup> Hierbei müssen speziell die Vorgaben der zuständigen Bauaufsichtsbehörde aus den entsprechenden landesspezifischen Landesbauordnungen bzw. Krankenhausbauordnungen entsprechen. Falls es keine entsprechende Krankenhausbauordnung gibt, werden die Vorgaben in LPH 2 und 3 mit der Baubehörde abgestimmt. Eine weitere Möglichkeit zur Anpassung sind Abweichungsanträge zur entsprechenden Bauordnung. Diese müssen laut interviewten Experten spätestens in LPH 4 gestellt werden.

---

<sup>167</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>168</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S.335f.)

<sup>169</sup> (Vogel 2009, S. 155)

<sup>170</sup> (Vogel 2009, S. 166-167)

<sup>171</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>172</sup> (Bundesministerium für Justiz 2013, S. 74)

Am Anfang der LPH 4 wird die Planung inklusive des Erläuterungsberichtes anhand der Rückmeldung der Förderbehörden überarbeitet. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass die Bearbeitung des Förderantrags und des Bauantragsprozesses teilweise parallel laufen und dieser Schritt auch entfallen kann. Anschließend werden noch notwendige Unterlagen für die Baugenehmigung bei den Behörden und Gutachtern eingeholt. Dies betrifft unter anderem die Genehmigungsstatik, den Nachweis der Standsicherheit, den Brandschutz, den Schall- und Wärmeschutz, den Erschütterungsschutz sowie eine hygienische Stellungnahme.

Sobald alle Informationen vorliegen, erfolgt die Zusammenstellung der Unterlagen für die Baugenehmigung: Der Lageplan, Bauzeichnungen, die Bau- und Betriebsbeschreibung, der Nachweis der Standsicherheit, der Nachweis des Brandschutzes, die Angaben über die Anschließung an Medien, der Nachweis zur Energieeinsparung, die Nachweise zum Schall-, Wärme- und Erschütterungsschutz und eine Stellungnahme zur hygienischen Unbedenklichkeit.<sup>173</sup>

Nachdem die Fachplaner und der Architekt die Unterlagen zur Genehmigungsplanung zusammengestellt haben, wird diese vom Bauherrn freigegeben und an die Behörde in Form des Bauantrags gesendet. Diese werden vom Bauaufsichtsamt anschließend formell und dann informell geprüft. Falls Unterlagen fehlen bzw. Mängel auftreten, werden diese nachgefordert. Danach wird der Bauantrag durch die Träger öffentlicher Belange geprüft und die Baugenehmigung an den Bauherrn ausgestellt. Diese Baugenehmigung beinhaltet in der Regel weitere Auflagen, welche durch den Bauherrn erfüllt werden müssen.<sup>174</sup> Die Genehmigungsplanung endet dabei mit dem Erteilen der Baugenehmigung und es startet die LPH 5, der Ausführungsplanung. Der Zeitpunkt der Erteilung der Baugenehmigung ist für das Projekt ein weiterer Meilenstein, da ab diesem Moment die Planung nicht mehr geändert werden kann, ohne die Einwilligung der Baugenehmigungsbehörde einzuholen.<sup>175</sup> Da sich die Genehmigungs- mit der Ausführungsphase teilweise überschneidet, gibt es die Möglichkeit verschiedene Teilbaugenehmigungen zu beantragen.<sup>176</sup> Die Medizintechnikfachplaner nehmen in der Phase der Genehmigungsplanung eine besondere Rolle ein, da diese nur selten für diese Phase beauftragt sind, da in der Genehmigungsplanung insbesondere öffentlich-rechtliche Vorschriften im Mittelpunkt stehen und an die Medizintechnik in dieser Hinsicht keine direkten Anforderungen gestellt sind.<sup>177</sup>

Das BPMN-Prozessmodell der LPH 4 (siehe Abbildung 40) stellt, wie die anderen BPMN-Modelle, die wesentlichen Schritte der jeweiligen Leistungsphase dar. In der LPH 4 werden dabei zuerst die Unterlagen für die Baugenehmigung zusammengestellt und mit der Bauaufsichtsbehörde abgestimmt. Dieser Abschnitt wird wiederholt bis ein vollständiger genehmigungsfähiger Bauantrag vorliegt. Nachdem dieser Abschnitt abgeschlossen ist, wird die Genehmigungsplanung erst unter dem Vorbehalt genehmigt, dass noch mögliche Auflagen des Bauamtes für eine erfolgreiche Baugenehmigung in die Genehmigungsplanung eingearbeitet werden müssen. Nach dieser Freigabe durch den Bauherrn werden die Unterlagen für die Baugenehmigung final zusammengestellt und der Bauantrag wird gestellt. Dieser durchläuft bei der Bauaufsichtsbehörde dann den beschriebenen Ablauf von der formellen Prüfung bis zum Ausstellen der Baugenehmigung, welcher im BPMN-Prozessmodell durch vier Aktivitäten zusammengefasst wird.

### **Leistungsphase 5**

In LPH 5, der Ausführungsplanung, wird die gesamte Planung in Form aller erforderlicher Ausführungs-, Detail- und Konstruktionszeichnungen weiter auf den Maßstab 1:50 verfeinert und je nach Detail auch im Maßstab 1:1 dargestellt, inklusive aller notwendigen Einzelangaben in zeichnerischer und textlicher Form sowie unter anderem den Maßen und dem Material.<sup>178</sup>

---

<sup>173</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 340)

<sup>174</sup> (Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen 2022)

<sup>175</sup> (Vogel 2009, S. 154f.)

<sup>176</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 340)

<sup>177</sup> (Kramme 2007, S. 68)

<sup>178</sup> (Bundesministerium für Justiz 2013, S. 74)

Insgesamt ist die Ausführungsplanung in drei Bereiche und Ausführungspläne gliederbar, welche aufeinander aufbauen:<sup>179</sup>

- Rohbau (Ausführungsplan 2, Schal- und Bewehrungsplan)
- Nichttechnischer Ausbau (Ausführungsplan 3)
- Technischer Ausbau (Ausführungsplan Haustechnik)

Für den Ausführungsplan des Rohbaus erstellt der Architekt zuerst aufbauend auf die freigegebene Genehmigungsplanung ein erstes Konzept, den Ausführungsplan 1 im Maßstab 1:50. In diesem sind alle Haupt-, Rastermaße und die mit dem Tragwerksplaner abgesprochenen Bauteilquerschnitte, Aussparungen und großen Wanddurchbrüche enthalten. Auf Basis des Ausführungsplans 1 wird anschließend von den unterschiedlichen Fachplanern zunächst ein Konzept vom Schalplan und Verlegungsplan vom Tragwerksplaner erstellt. Anschließend tragen die TGA-Fachplaner aufbauend auf deren Entwürfe alle Aussparungen, Montageöffnungen und notwendigen Fundamente in die Ausführungspläne ein. Der Medizintechnikplaner implementiert ebenfalls die genannten Angaben auf Grundlage des medizinischen Raumbuchs und einer detaillierten Ausführungsplanung der Medizintechnik in die Ausführungsplanung. In dieser Phase der Ausführungsplanung sind insbesondere die medizinischen Großgeräte zu berücksichtigen. Neben den Fundamenten sind hierbei vor allem die Einbringwege inklusive der statischen Anforderungen relevant.<sup>180</sup> Die Ergebnisse der einzelnen Schal- und Durchbruchpläne werden anschließend von dem Architekten zum Ausführungsplan 2 bzw. Rohbauplan zusammengefasst und vom Bauherrn freigegeben. Dieser Rohbauplan ist zudem durch Schnitte und Details weiter detailliert. Anhand des Ausführungsplans 2 kann die Vergabe für den Rohbau beginnen, womit die LPH 6 startet. Dies erfolgt in der Regel parallel zur weiterlaufenden LPH 5.<sup>181</sup>

Auf Basis des Rohbauplans erstellen die Fachplaner bzw. Fachingenieure jeweils die Leerrohr- und Entwässerungsplanung. Diese sind für die Erstellung der finalen Schal- und Bewehrungspläne durch den Tragwerksplaner notwendig, welche anschließend vom Prüfstatiker mit ausreichend Vorlauf zum Baubeginn geprüft und freigegeben werden. Die Freigabe ist für die Ausführung eine zentrale Bedingung, um die Arbeiten auf der Baustelle zu beginnen. Falls die Statik nicht freigegeben wird, muss diese vom Tragwerksplaner gegebenenfalls in Abstimmung mit dem Architekten überarbeitet werden und erneut dem Prüfstatiker vorgelegt werden.<sup>182</sup>

Anschließend erstellt der Architekt den Ausführungsplan 3 für den nichttechnischen Ausbau. Dieser enthält unter anderem nicht tragende Wände, den Fußbodenaufbau, sowie den Fassadenaufbau. Hierfür sind zusätzlich alle relevanten Informationen zu den Bauteilen anzugeben und in Grundrissen, Schnitten, Ansichten und Details darzustellen. Dieser wird wie die anderen Ausführungspläne auch vom Bauherrn freigegeben. Für die Gewerke, welche den nichttechnischen Ausbau betreffen, kann mit LPH 6 begonnen werden. Im Anschluss werden die Deckenspiegel, Wandabwicklungen und die Möblierung von dem Architekten und den Fachplanern in Absprache mit dem Bauherrn festgelegt. Hierbei kann es sinnvoll sein, die Nutzerinnen und Nutzer für die Wandabwicklungen der verschiedenen Raumtypen mit einzubeziehen, falls dies nicht bei der Erstellung von Raumtypenstandards in LPH 0 geschehen ist.<sup>183</sup>

Zum Abschluss wird der Ausführungsplan Haustechnik vervollständigt, welcher zur Ausführung vom Bauherrn freigegeben wird. Dabei sind maßgeblich die Fachplaner der Gebäudetechnikgewerke Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär-, Elektro- und Medizintechnik beteiligt.<sup>184</sup>

Die beschriebene Ausführungsplanung ist im BPMN-Prozessmodell (siehe Abbildung 41) in die drei Abschnitte, der Erstellung der Ausführungspläne Rohbau, nichttechnischer Ausbau und technischen Ausbau

---

<sup>179</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 374)

<sup>180</sup> (Kramme 2007, S. 68)

<sup>181</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 374ff.)

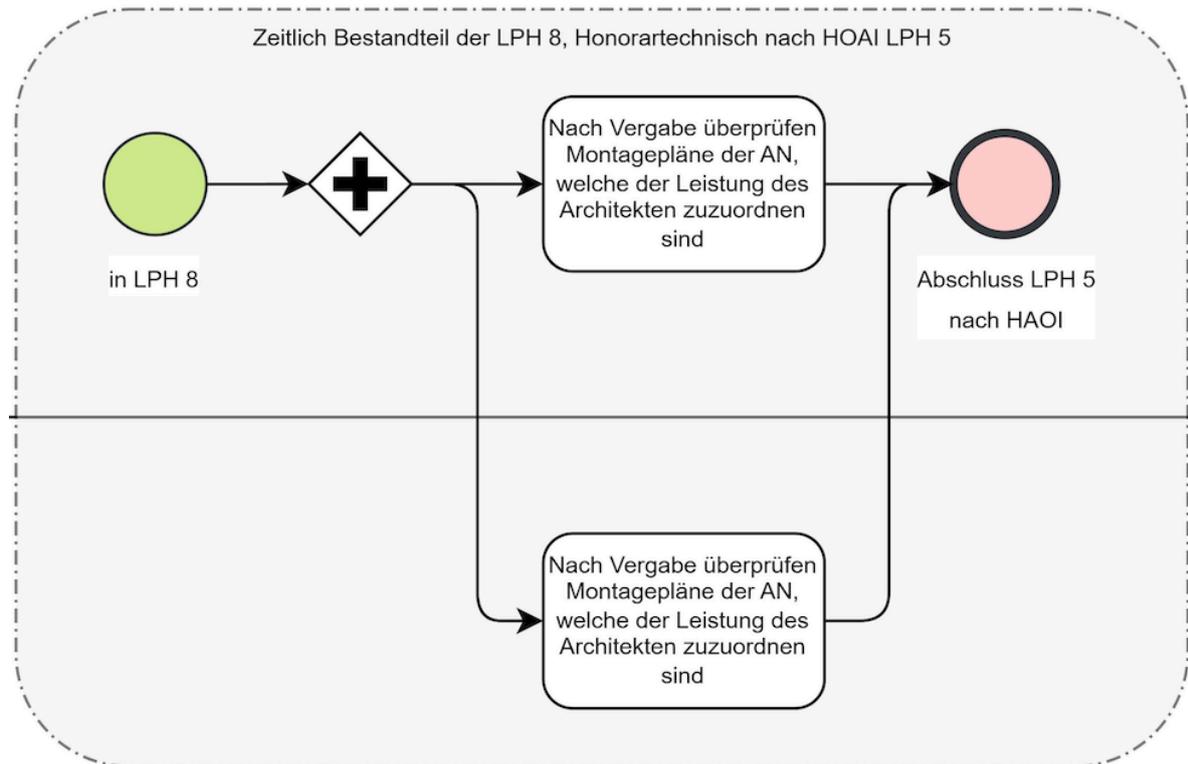
<sup>182</sup> (Sommer 2016, S. 91f.)

<sup>183</sup> (Sommer 2016, S. 92f.)

<sup>184</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 349)

unterteilt. Diese stellen jeweils selbst einen iterativen Prozess dar, welcher durch die Wiederholungsschleifen in jedem Abschnitt dargestellt wird. Zusätzlich wird in einem Extrafeld die Überprüfung der Werk- und Montagepläne dargestellt, da diese nach HOAI Teil der Ausführungsplanung ist. Zeitlich ist diese jedoch laut Experten in die LPH 8 einzuordnen. Der Abschnitt der Prüfung der Werk- und Montagepläne ist in Abbildung 29 dargestellt, inklusive der Übergänge in andere Leistungsphasen. Auf der einer Seite gibt es die Übergänge in die LPH 6 nach den entsprechenden Ausführungsplänen und auf der anderen Seite die Freigabe der Statik, welche eine Voraussetzung für die LPH 8 ist und dadurch mit dieser verbunden ist. Die genaue Detailtiefe und Inhalte der Ausführungsplanung sind dabei in der HOAI<sup>185</sup> dargestellt.

Abbildung 29  
Überprüfung der Werk- und Montageplanung



Quelle: Eigene Darstellung

## Leistungsphase 6

Zu den Bestandteilen der LPH 6 zählen das Aufstellen des Vergabeterminplans, der Leistungsbeschreibungen mit jeweiligem Leistungsverzeichnis (LV) und das Ermitteln von Mengen, wofür die Ausführungsplanung die Grundlage bildet. Zudem werden Schnittstellen zwischen den Gewerken ermittelt und koordiniert, welche in Form eines Schnittstellenkatalogs aufgelistet werden können. Ein weiterer Aspekt der LPH 6 ist die Ermittlung der Kosten durch den Planer anhand bepreister LVs sowie der Abgleich mit der Kostenschätzung.<sup>186</sup>

Zu Beginn der LPH 6 wird zunächst die Vergabeart gewählt. Da bei Krankenhausneubauten in der Regel nach KHG Fördermittel eingesetzt werden oder der Krankenhausträger bzw. Bauherr selbst eine öffentliche Institution ist, wird in diesem Prozess davon ausgegangen, dass über 50 % der Kosten Fördermittel für das Bauprojekt aufgewendet werden. Dies hat zur Folge, dass die Leistungen nach der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil A (VOB/A) oder nach der Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen Teil A (VOL/A) vergeben werden müssen.

<sup>185</sup> (Bundesministerium für Justiz 2013)

<sup>186</sup> (Bundesministerium für Justiz 2013, S. 74)

Da es sich bei Krankenhausbauten in der Regel um große und verhältnismäßig teure Bauvorhaben handelt, wird sich in diesem Bericht auf die Vergabebestimmungen nach VOB/A Abschnitt 2 nach EU-Richtlinie konzentriert. Diese muss angewendet werden, wenn die Nettokosten den Schwellenwert von 5.382.000€ für alle Baukosten des Projektes erreichen.<sup>187</sup>

Mögliche Verfahren nach dem EU-Recht sind dabei:

- Offenes Verfahren
- Nicht offenes Verfahren
- Verhandlungsverfahren
- Wettbewerblicher Dialog
- Innovationspartnerschaft<sup>188</sup>

Dem öffentlichen Auftraggeber stehen nach VOB/A Abschnitt 2 §3 jedoch nur das offene und nicht offene Verfahren ohne weitere Voraussetzungen zur Verfügung. Beim nicht offenen Verfahren ist oberhalb des EU-Schwellenwertes zusätzlich ein vorgeschalteter Teilnahmewettbewerb notwendig. Dadurch ist das offene Verfahren das einzige Verfahren ohne vorher zu klärende Randbedingungen und wird für diesen Prozessablauf im Krankenhausbau dargestellt. Bei dem offenen Verfahren wird dabei eine offene bzw. nicht eingeschränkte Anzahl von Teilnehmern von dem Auftraggeber zur Abgabe eines Angebotes aufgefordert.<sup>189</sup> Hierbei erfolgt die Ausschreibung in Form der Leistungsbeschreibung nach LV, welche bei öffentlichen Auftraggebern die meist gewählt Vergabeart ist, da die Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm nur unter bestimmten Umständen gestattet ist. Hieraus können Rückschlüsse für den Status Quo des Krankenhausbaus in Deutschland gezogen werden, da in der Regel aufgrund der Nutzung von Fördermitteln für Krankenhausbauten dieselben Richtlinien gelten.<sup>190</sup> Diese genannten Aspekte haben zur Folge, dass als Vergabeart die Einzelvergabe mit Leistungsbeschreibung nach LV nach EU-Recht in diesem Projekt dargestellt und in der Regel im Krankenhausbau gewählt wird.

Voraussetzung für das weitere Vorgehen ist, dass die freigegebene gewerkespezifische Ausführungsplanung, welche in LPH 5 beschrieben wird, freigegeben wird. Dies kann je nach Gewerk der Ausführungsplan Rohbau, der nichttechnische Ausbau oder der Ausführungsplan Ausbau sein. Anhand der Rahmenbedingungen des Auftraggebers, in Form des allgemeinen Terminplans, und der Ausführungsplaner, erstellt der Architekt und die Fachplaner den Vergabeterminplan für alle Gewerke bzw. passen ihn an. Anschließend erstellen die Planer die Leistungsbeschreibung mit LV inklusive der ermittelten Mengen für die spezifischen Gewerke und stimmen die Schnittstellen zu anderen Gewerken final ab und detaillieren diese. Wenn die Leistungsbeschreibungen vollständig sind und alle Schnittstellen geklärt sind, ermitteln die Planer die Kosten anhand eines bepreisten LVs.<sup>191</sup> Falls dabei das Vergabebudget überschritten wird, erfolgt eine Rücksprache mit dem Bauherrn. Hierbei wird entschieden, ob das Budget angepasst wird oder ob das LV bzw. die Planung angepasst werden muss. Bei einer Änderung des LVs können beispielsweise Qualitäten der Leistungen angepasst werden. Wenn das bepreiste LV im Rahmen des Vergabebudget liegt, werden die Vergabeunterlagen von den Planern zusammengestellt und diese Unterlagen mit dem LV vom Bauherrn und dem Projektmanagement geprüft. Falls hieraus notwendige Änderungen entstehen, wird die LPH 6 für das Gewerk wiederholt. Sobald es keinen Änderungen mehr bedarf, startet für das Gewerk die LPH 7 und der Architekt stellt die Vergabeunterlagen aller Gewerke zusammen und aktualisiert diese. Dieser Ablauf wird so oft wiederholt, bis alle Gewerke die LPH 6 beendet haben und diese damit final abgeschlossen ist.<sup>192</sup>

---

<sup>187</sup> (Your Europe 2023)

<sup>188</sup> (Your Europe 2023)

<sup>189</sup> (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz 2022)

<sup>190</sup> (Meiners 2018, S. 2)

<sup>191</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 351)

<sup>192</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

Im BPMN-Prozessmodell der LPH 6 (siehe Abbildung 42) ist die erste Aktivität, dass das Vergabeverfahren für das Bauprojekt ausgewählt wird. Anschließend beginnt die Vorbereitung der Vergabe für jedes Gewerk. Dies wird in Form einer sich wiederholenden Schleife so lange wiederholt, bis alle Gewerke die LPH 6 abgeschlossen haben. Bevor ein Gewerk in die LPH 6 starten kann, muss jedoch zuerst die jeweilige Ausführungsplanung genehmigt vorliegen. Anschließend wird der Vergabeterminplan sowie die LVs, inklusive der Leistungsbeschreibung mit geklärten Schnittstellen und abgestimmten und geprüften Bepreisungen, erstellt. Falls dabei das Vergabebudget überschritten ist, muss dieses angepasst werden oder das LV muss überarbeitet werden. Nach-dem die LPH 6 für das entsprechende Gewerk abgeschlossen ist, beginnt für dieses die LPH 7. Die komplette LPH 6 ist allerdings erst beendet, wenn, wie im Modell dargestellt, alle Leistungen vergeben sind.

### Leistungsphase 7

Die LPH 7 beschreibt die Zeit von dem Versand der Angebote für die Bieter der unterschiedlichen Gewerke bis zur Vergabe der Leistungen an die Bieter. Voraussetzung für diese Leistungsphase ist die abgeschlossene LPH 6 für das zu vergebene Gewerk und das Vorliegen des bewilligten Fördermittelantrags. Ohne diesen bewilligten Förderbescheid droht ein Verlust der Förderfähigkeit bei Veröffentlichung der Vergabe. Zudem sollte die Baugenehmigung vor der Veröffentlichung der Vergabe vorliegen, da sonst bei fehlender bzw. nicht erteilter Genehmigung zur Bauausführung Schadensersatzansprüche des Auftragnehmers gegenüber dem Bauherrn geltend gemacht werden können.<sup>193</sup>

Als erster Schritt der LPH 7 wird zunächst die Vergabe, inklusive der Vorabinformationen, EU-weit bekannt gegeben. Bei diesem Schritt kann es sinnvoll sein, die Vorabinformation vorzuziehen, da diese 50 Tage vor Bereitstellung der Vergabeunterlagen veröffentlicht werden muss und somit bei einem engen Terminplan Zeit eingespart werden kann. Anschließend werden die Vergabeunterlagen öffentlich in Form einer verpflichtenden eVergabe bereitgestellt und im elektronischen Amtsblatt der EU „Tenders Electronic Daily“ veröffentlicht<sup>194</sup>.

Daraufhin werden die Angebote von interessierten Bietern bearbeitet. Bei offenen Fragen werden diese in Form von Bieterfragen an den Auftraggeber gestellt oder digital in die Plattform der eVergabe eingestellt<sup>195</sup>. Bis zum Submissionstermin gehen anschließend die Angebote der Bieter beim Auftraggeber ein.<sup>196</sup>

Im Krankenhausbau unterscheidet sich der Vergabeprozess, bis auf die hohe Menge an Vergaben, nicht von anderen öffentlichen Vergaben derselben Form. Falls keine Angebote bzw. nur unwirtschaftliche Angebote eingegangen sind, kann das Gewerk erneut ausgeschrieben werden. Dabei kann ein anderes Vergabeverfahren angewendet werden. Falls genug Angebote eingegangen sind, werden diese durch die Planer geprüft und der Bieter beantwortet etwaige Nachfragen der Planer. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass das Nachverhandlungsverbot eingehalten werden muss. Nach Prüfung der Angebote werden diese zusätzlich durch die Planer gewertet und in Form eines Vergabevorschlags dem Bauherrn übergeben, welcher im Anschluss seine Vergabeentscheidung trifft. Daraufhin werden alle Bieter informiert und der Bestbieter erhält eine Absichtserklärung für den Erhalt des Zuschlags. Dieser Zuschlag wird nach einer Stillhaltefrist von mindestens zehn Tagen bekannt gegeben. Nach der Erteilung des Zuschlags wird dieser zusätzlich öffentlich bekannt gemacht und es erfolgt ein Vergabevermerk. Zusätzlich besteht eine Melde- und Berichtspflicht für den Auftraggeber. Dieser Prozess wird für jedes Gewerk wiederholt, wobei bei 70 % der Vergabe ein Kostenanschlag erfolgt.<sup>197 198 199</sup> Nachdem alle Gewerke vergeben sind, endet die LPH 7.

Im BPMN-Prozessmodell der LPH 7 (siehe Abbildung 43 und Abbildung 44) werden in den ersten beiden Aktivitäten die beschriebenen Voraussetzungen für die LPH 7 dargestellt. Anschließend werden die

---

<sup>193</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>194</sup> (evergabe.de 2022)

<sup>195</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>196</sup> (Danulat 2020, S. 23)

<sup>197</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 356)

<sup>198</sup> (Your Europe 2023)

<sup>199</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

beschriebene Veröffentlichung der Vergabe je Gewerk, sowie der Bearbeitungsprozess der Bieter und die Vergabeentscheidung im Modell dargestellt. Die beschreibenden Veröffentlichungen der Vergabe und der Kostenabgleich sind ebenfalls Teil des Planungsprozesses.

### Leistungsphase 8

Die LPH 8 der HOAI beschreibt die Phase der Bauausführung. Dabei laufen die in der HOAI beschriebenen Leistungen der LPH 8 weitestgehend parallel und überschneiden sich. Aus diesem Grund ist eine genaue Darstellung des Ablaufes schwierig umzusetzen. Dies wird auch sichtbar bei der Betrachtung der Abnahmen. Hier kann beispielsweise das Gewerk des Rohbaus bereits abgenommen worden sein, während das Gewerk der losen Möbel noch weit von der Ausführung der Leistung entfernt ist und möglicherweise noch nicht vergeben ist.

Voraussetzung für den Baubeginn ist das Vorliegen einer freigegebenen Baustatik aus der Leistungsphase der Ausführungsplanung und das Vorliegen einer erteilten Baugenehmigung<sup>200</sup>. Falls erforderlich, wird am Anfang der Objektüberwachung von den ausführenden Unternehmen durch die Architekten bzw. Fachplaner die Montageplanung angefordert. Diese Montageplanung wird auf Grundlage der Vertragsgrundlagen und der Ausführungsplanung erstellt. Diese Montageplanung stellt Details der Planung dar, wie z. B. beim Trockenbauer die Türdetails und wie diese Bauteile eingebaut werden. Diese Montageplanung wird anschließend vom zuständigen Fachplaner freigegeben.<sup>201</sup> Eine beispielhafte Darstellung der Unterlagen der Objektüberwachung und der Bestandteile der Montageplanung über einen Planserver ist in Abbildung 30 dargestellt. Hierbei stellt der Architekt die Plangrundlagen in Ordner 01 dar, das ausführende Unternehmen seine Montageplanung in Ordner 02 und der Architekt die zur Ausführung freigegebene Montageplanung in Ordner 03.

Abbildung 30  
Darstellung der Unterlagen der Objektüberwachung

- ▼ P7-Objektüberwachung
  - > 00.26.0\_LEAN Management
  - > 02.01.0 Erdarbeiten
  - > 02.02.0 Baugrundvergütung
  - ▼ 03.02.1 Rohbau
    - > 01 Ausführungsplanung
    - 02 ungeprüfte Werk- & Montageplanung
    - 03 geprüfte Werk- & Montageplanung
  - > 04.01.0 Stahlbau

Quelle (VAMED VSB-BPS 2021)

Während der Bauausführung überwachen die Planer zusätzlich, ob die Unternehmen die Leistungen gemäß der Verträge, Planunterlagen und der Baugenehmigung erbringen. Als Grundlage für die Rechnungen erstellen die Gewerke für die ausgeführten Leistungen Aufmaße. Nachdem dieses Aufmaß erstellt wurde, stellt das ausführende Unternehmen die Zwischenrechnung, welche vom zuständigen Planer geprüft wird. Diese werden anschließend vom Bauherrn freigegeben. Falls der Bauherr oder die Planer die Rechnungen nicht freigeben, muss das ausführende Unternehmen diese nochmals anpassen. Dieser Ablauf des Stellens der Rechnungen wird wiederholt bis die ausführende Firma ihre vertraglich geschuldete Leistung vollständig erbracht hat. Im Anschluss an die letzte Zwischenrechnung erstellt das ausführende Unternehmen, falls notwendig, die Einweisungsunterlagen und stellt diese dem Bauherrn zur Verfügung, nachdem diese von den Planern geprüft wurden. Im Zusammenhang mit diesem Schritt werden die Nutzer von den entsprechenden

<sup>200</sup> (Kochendörfer, Liebchen und Viering 2021, S. 345)

<sup>201</sup> (Ganten 2014, S. 428)

Fachplanern der entsprechenden technischen Gewerke und der Medizintechnik zusammen mit den ausführenden Unternehmen eingewiesen.<sup>202 203</sup> Anschließend folgt im Planungsablauf der Schritt der Abnahme. Die Abnahme stellt einen zentralen Punkt in der Zusammenarbeit mit einem ausführenden Unternehmen dar. Diese folgt nach Abschluss des Werkvertrags, nachdem der Auftragnehmer seine Leistung erfüllt hat. Die Abnahme hat zwischen Bauherrn und Unternehmen einige in Abbildung 31 dargestellte Rechtsfolgen zur Folge. Des Weiteren gibt es noch die Sachverständigenabnahme sowie die behördliche Abnahme, auf welche im weiteren Verlauf dieses Abschnittes eingegangen wird.<sup>204 205</sup>

Abbildung 31  
Rechtsfolgen der werkvertraglichen Abnahme



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an (Wirth, et al. 2016, S. 44)

Zur Abnahme erstellen die Fachplaner zuerst die Unterlagen, welche von den Planern geprüft werden, damit sie zu der entsprechenden Abnahme vollständig vorliegen. Teilweise kann es vorkommen, dass diese zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorliegen und nachgereicht werden. Dies wird im Abnahmeprotokoll neben den Mängeln festgehalten. Die Reihenfolge der verschiedenen Abnahmen kann sich je nach Gewerk teilweise unterscheiden. In der Regel beginnt jedoch die Sachverständigenabnahme, gefolgt von der behördlichen Abnahme und der werkvertraglichen Abnahme.<sup>206</sup> Sinnvoll ist es, dass die werkvertragliche Abnahme am Ende stattfindet, da hiermit die in den vorherigen Abnahmen festgestellte Mängel in dem Abnahmeprotokoll des entsprechenden Gewerkes aufgenommen werden können. Im Rahmen der Objektüberwachung finden zusätzlich mehrere behördliche Abnahmen statt. Die erste Abnahme ist dabei immer die Rohbauabnahme. Bei ihr werden die tragenden Bauteile, Schornsteine, Treppen und die Dachkonstruktion geprüft und seitens der Baubehörde freigegeben. Zudem gibt es die Schlussabnahme nach der Fertigstellung des Bauwerks. Die behördliche Bauabnahme hat dabei das Ziel, die Allgemeinheit vor einer Gefährdung zu schützen und zu prüfen, ob das Projekt nach der Baugenehmigung und den Bauvorschriften gebaut wurde.<sup>207</sup> Die Sachverständigenabnahme wird in den verschiedenen Bundesländern, wie in NRW über die „Verordnung über die Prüfung technischer und wiederkehrende Prüfung von Sonderbauten (Prüfverordnung – PrüfVO NRW)“<sup>208</sup> geregelt. Bei ihr werden unter anderem nach §1 Feuerlöschanlagen, Lüftungstechnische Anlagen, Druckbelüftungsanlagen, Sicherheitsbeleuchtung- und Sicherheitsstromversorgungsanlagen, Brandmelde- und Alarmierungsanlagen, sowie elektrische Anlagen zur Aufrechterhaltung des Betriebs von einem bauaufsichtlich anerkannten Sachverständigen der entsprechenden Fachrichtung geprüft. Bei dieser Prüfung

<sup>202</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>203</sup> (Bundesministerium für Justiz 2013, S. 75)

<sup>204</sup> (Wirth, et al. 2016, S. 36 ff.)

<sup>205</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>206</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>207</sup> (Würfele, Bielefeld und Gralla 2007, S. 87)

<sup>208</sup> (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen 04.2022)

wird vor allem geprüft, ob die Brandschutzmaßnahmen für die technischen Anlagen eingehalten werden und ob das Zusammenwirken der Anlagen gewährleistet ist. Dieses Zusammenwirken wird in Form einer Werk-Prinzip-Prüfung sichergestellt.<sup>209 210</sup>

Die in den Abnahmen festgestellten Mängel werden anschließend innerhalb einer im Abnahmeprotokoll festgelegten Frist vom ausführenden Unternehmen beseitigt und es wird die Schlussrechnung gestellt. Hierbei muss die Mängelbeseitigung eng mit den Planern bzw. Bauleitern abgesprochen werden. Falls das Gebäude bereits im Betrieb ist, müssen zusätzlich die Nutzerinnen und Nutzer eng eingebunden werden. Nachdem die Schlussrechnung von den Planern und dem Bauherrn geprüft wurde, wird diese freigegeben. Die vollständige vertraglich vereinbarte Summe wird jedoch erst überweisen, nachdem alle Mängel beseitigt wurden<sup>211</sup>. Nachdem alle Gewerke ausgeführt wurden und alle Mängel der ausführenden Firmen beseitigt sind, werden zum Abschluss der LPH8 final die Leistungen der Planer abgenommen und die Planer stellen ihrerseits die Rechnungen. Dabei müssen vorab auch die Revisionsunterlagen der Planung erstellt werden, woraufhin abschließend eine Abnahme der Planungsleistungen folgt. In der Objektüberwachung werden zusätzlich die Nutzerinnen und Nutzer bereits für die technischen Geräte geschult und durch die ausführenden Firmen und Fachplaner eingewiesen.<sup>212 213</sup>

Das BPMN-Prozessmodell der LPH 8 (siehe Abbildung 45 bis Abbildung 47) stellt die Planungsleistungen während der Bauausführung dar und ist das größte Prozessmodell aller Leistungsphasen. Dabei stellt die erste Aktivität mit der notwendigen freigegebenen Prüfstatik und erteilten Baugenehmigung die Voraussetzung für die LPH dar. Aufbauend darauf folgen vier aufeinanderfolgende Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden die Montagepläne durch die jeweiligen Gewerke erstellt und die Planer geprüft, was zu einer zur Ausführung freigegebenen Montageplanung führt. Aufbauend auf dieser folgt der zweite Abschnitt des BPMN-Prozessmodells mit der Bauausführung. In dieser wird die Ausführung durch die Planer geprüft, Aufmaße und Rechnungen erstellt, geprüft und am Ende durch den Bauherrn freigegeben. Nach der fertigen Bauausführung erfolgt im dritten Abschnitt die Abnahme der Leistungen der Gewerke. Dies umfasst 15 aufeinanderfolgende Schritte, welche sich von der Erstellung der Einweisungs- und Revisionsunterlagen über die verschiedenen Abnahmen bis zum Stellen der Schlussrechnung der Gewerke erstreckt. Zum Schluss der LPH 8 folgt mit Abnahme der Planungsleistungen der letzte Abschnitt des BPMN-Prozessmodells.

### **Leistungsphase 9**

In LPH 9 werden Mängel während der Gewährleistungspflicht festgestellt und von den ausführenden Firmen behoben. Durch den Betrieb im Krankenhaus muss die Beseitigung auftretender Mängel detailliert mit dem Bauherrn sowie den Nutzerinnen und Nutzern abgestimmt und koordiniert werden. Die Gewährleistungspflicht beträgt dabei bei Vereinbarung der VOB/B nach §13 vier Jahre für Bauwerke und zwei Jahre für maschinelle und elektrotechnische / elektronische Anlagen ab der Abnahme der spezifischen Leistung. Diese wird unter der Annahme, dass mindestens 50 % der Kosten Fördermittel verwendet werden, immer vollständig vereinbart.<sup>214</sup>

Wenn der Bauherr oder Betreiber bzw. der Nutzer Mängel nach der Fertigstellung der Leistung erkennt, muss zuerst geprüft werden, ob die Verjährungsfrist für das entsprechende Gewerk nicht abgelaufen ist und ob der Mangel auf eine vertragswidrige Leistung zurückzuführen ist. Diese Prüfung erfolgt nach HOAI auch durch den entsprechenden Fachplaner, welcher ebenfalls das Krankenhaus begehen muss, um eventuelle Mängel festzustellen. Falls sich aus der Prüfung ein Mängelanspruch ergibt, wird dieser Mangel an das ausführende Unternehmen übermittelt. Dabei gibt es die Option, dass die Behebung des Mangels nur mit unverhältnismäßigem Aufwand behoben werden kann. Falls der Auftragnehmer dies dem Auftraggeber meldet, kann dieser die Vergütung der Leistung entsprechend kürzen. Eine weitere Option ist die Behebung

---

<sup>209</sup> (Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen 04.2022)

<sup>210</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>211</sup> (Schmidt 2016)

<sup>212</sup> (Hartmann und Patberg 2022)

<sup>213</sup> (Kramme 2007)

<sup>214</sup> (Wirth, et al. 2016, S. 6)



Auftraggeber projektspezifisch umsetzen kann. Die Entwicklung der BIM-Strategie sowie die Pilotierung und die Darstellung von Ergebnissen wird in diesem Kapitel beschrieben.

#### 4.3.1 Methodisches Vorgehen

Die Definition der BIM-Strategie beginnt mit der Festlegung von BIM-Zielen und BIM-Anwendungsfällen. Dies wird durch einen ganztägigen Präsenzworkshop mit dem Projektkonsortium erreicht. Während dieses Workshops werden die grundlegenden Prinzipien einer BIM-Strategie sowie von BIM-Zielen und BIM-Anwendungsfällen verdeutlicht. Dabei werden Hintergrundinformationen und bereits existierende standardisierte BIM-Ziele und BIM-Anwendungsfälle, wie sie z. B. von BIM Deutschland, dem nationalen Zentrum für die Digitalisierung im Bauwesen <sup>216</sup>, bereitgestellt werden, vorgestellt. Anschließend wird eruiert, welche BIM-Ziele speziell für den Krankenhausbau relevant sind und mit welchen klinikspezifischen Anwendungsfällen diese Ziele erreicht werden können. Für die krankenhausbefugten Anwendungsfälle werden einzelne BPMN-Prozessmodelle mit der Darstellung der involvierten Akteure erstellt, um einen Überblick über den Ablauf zu bieten. Die festgelegten BIM-Anwendungsfälle und BIM-Ziele werden in die AIA- und BAP-Mustervorlagen integriert, die in Zusammenarbeit mit der albert.ing GmbH, einem beteiligten BIM-Management- und BIM-Beratungsunternehmen, erstellt werden. Der fertige Entwurf wird im Konsortium gemeinsam validiert, wobei die Autorinnen offene Fragen in einem digitalen Workshop ansprechen und die Diskussionsergebnisse in die Vorlage einfließen lassen. Nach Anpassung werden die Vorlagen vom Konsortium überprüft und letzte Anmerkungen werden eingearbeitet. Anschließend erfolgt die Pilotierung der AIA- und BAP-Mustervorlagen im Rahmen des Anbaus des Vinzenzkrankenhauses in Hannover als Pilotprojekt.

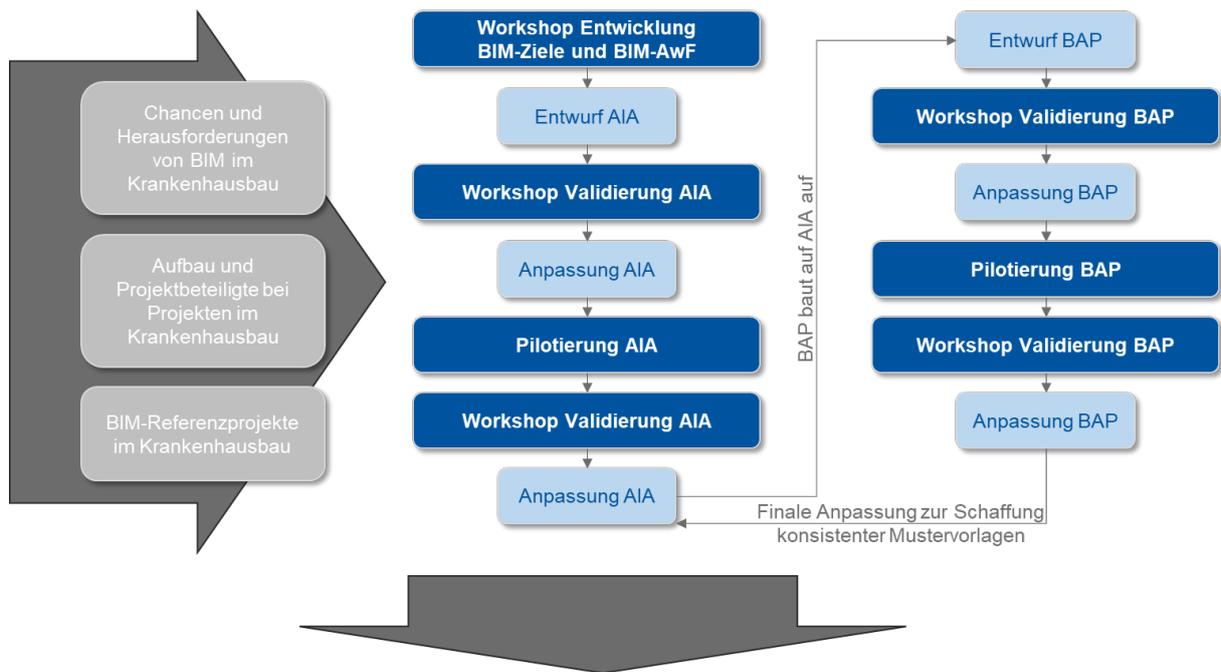
Dieses Projekt wird gewählt, da es zeitlich und strategisch mit dem KlinikBIM-Projekt kompatibel, da die Planung bereits abgeschlossen ist. Der sechsgeschossige Anbau schließt an das Bettenhaus des Haupthauses an und dient als Erweiterung mit weiteren Patientenbetten. Da dieses Projekt nicht als BIM-Projekt ausgeführt wird, gilt es in der Validierung insbesondere die Mustervorlagen auf Verständnis und Anwendung zu überprüfen, sodass diese auch ohne BIM-Projekterfahrung angewendet werden können. Für die Validierung werden die AIA und BAP von der Leitung des Baumanagements des Projekts entsprechend so ausgefüllt, als hätte der AG die BIM-Anwendung im Projekt gefordert. Dabei aufkommende kritische bzw. unbeantwortete Fragen werden erneut gemeinsam mit dem Projektkonsortium in einem digitalen Workshop erörtert. Die AIA- und BAP-Vorlagen werden entsprechend der Ergebnisse des Workshops überarbeitet und erneut vom Konsortium überprüft.

Im Prozess der Entwicklung der Mustervorlagen wird zunächst die Bearbeitung der AIA-Mustervorlage abgeschlossen, da die BAP-Vorlage auf diese aufbaut. Bei der Validierung der BAP-Vorlage ergeben sich geringfügige Anpassungen in der AIA-Vorlage, damit AIA- und die BAP-Mustervorlage konsistent sind. In Abbildung 33 ist das methodische Vorgehen zur Erstellung BIM-Strategie im Rahmen des Projekts dargestellt.

---

<sup>216</sup> (BIM Deutschland 2023)

Abbildung 33  
Darstellung des methodischen Vorgehens zur Entwicklung der BIM-Strategie



KlinikBIM-Leitfaden mit Handlungsempfehlungen zur BIM-Anwendung in Krankenhausbau

Quelle: Eigene Darstellung

### 4.3.2 Ergebnisse

Im Rahmen eines Präsenzworkshops werden BIM-Ziele und BIM-Anwendungsfälle vom Projektkonsortium entwickelt, welche speziell für den Krankenhausbau Bedeutung haben und bestehende Standards um den Krankenhausaspekt ergänzt. Bei der Zieldefinition wird der gesamte Lebenszyklus des Krankenhauses betrachtet. Tabelle 14 stellt dar, welche BIM-Ziele, welchen Phasen zugeordnet werden. Projektspezifisch kann der Auftraggeber auswählen, welche BIM-Ziele er im Projekt verfolgt und in welchen Lebenszyklusphasen diese verfolgt werden können.

Tabelle 14  
Zuordnung der BIM-Ziele zu den Lebenszyklusphasen

Ziele	Lebenszyklusphase			
	Planung	Ausführung	Betrieb	Rückbau
Erhöhung Planungsqualität und -effizienz	X	X	X	X
Erhöhung Transparenz	X	X	X	X
Verbesserung Kostencontrolling und Risikominimierung	X	X	X	X

Ziele	Lebenszyklusphase			
	Planung	Ausführung	Betrieb	Rückbau
Optimierung der Schnittstellen	X	X	X	X
Verbesserte (frühzeitige) Erkennung von Planungsfehlern (Kollisionen etc.)	X	X		X
Vereinfachte Variantenentscheidung	X			
Nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement	X	X	X	X
Unterstützung bei Sicherstellung der Barrierefreiheit	X		X	
Unterstützung bei Sicherstellung rechtssichere Planung	X	X	X	
Effizienzsteigerung Facilitymanagement / Gebäudemanagement			X	
Verbesserung Patientenmanagement			X	
Verbesserung Energiemanagement	X		X	
Verbesserung Gerätemanagement			X	
Erhöhung Patientensicherheit			X	
Optimierung Betriebsablauf			X	
Steigerung ökologische Nachhaltigkeit	X	X	X	X

Quelle: Eigene Darstellung

Diesen BIM-Zielen können BIM-Anwendungsfälle zugeordnet werden, um diese zu erreichen. Im Projekt wird als Grundlage die Aufführung der standardisierten BIM-Anwendungsfälle von BIM Deutschland <sup>217</sup> herangezogen und mit den krankenhausspezifischen Anwendungsfällen ergänzt. Die Zuordnung der für den KlinikBIM-Leitfaden zu berücksichtigenden Anwendungsfälle zu den BIM-Zielen erfolgt ebenfalls in einem digitalen Workshop mit dem Projektkonsortium. Die Ergebnisse sind in Tabelle 15 dargestellt. Erläuterungen zu den Zuordnungen werden ergänzend in Anhang E beschrieben.

Die Nummerierung richtet sich nach dem Schema von BIM Deutschland <sup>218</sup>. Sie besteht aus sechs Ziffern (XXX.XXX), wovon sich die ersten drei auf den Hauptanwendungsfall beziehen, die nachfolgenden drei Ziffern ermöglichen bei Bedarf das Einpflegen von Unteranwendungsfällen. Die Standard-Hauptanwendungsfälle von BIM Deutschland sind in 10er-Schritten nummeriert, sodass weitere Hauptanwendungsfälle eingeordnet

<sup>217</sup> (BIM Deutschland 2023)

<sup>218</sup> (BIM Deutschland 2022, S. 20)

werden können. Einige Haupt- und Unteranwendungsfälle werden im Rahmen des KlinikBIM-Projektes neu definiert und neu einsortiert, welche in Tabelle 15 fett markiert sind.

Tabelle 15  
Zuordnung der BIM-Anwendungsfälle zu den BIM-Zielen

Nr.	BIM-Anwendungsfälle	BIM-Ziele															
		Erhöhung Planungsqualität und -effizienz	Erhöhung Transparenz	Verbesserung Kostencontrolling und Risikominimierung	Optimierung der Schnittstellen	Verbesserte (frühzeitige) Erkennung von Planungsfehlern (Kollisionen)	Vereinfachte Variantenentscheidung	Nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement	Unterstützung bei Sicherstellung der Barrierefreiheit	Unterstützung bei Sicherstellung rechtssichere Planung	Effizienzsteigerung Facilitymanagement / Gebäudemanagement	Verbesserung Patientenmanagement	Verbesserung Energiemanagement	Verbesserung Gerätemanagement	Erhöhung Patientensicherheit	Optimierung Betriebsablauf	Steigerung ökologische Nachhaltigkeit
<b>1</b>	<b>Digitale Nutzerabstimmungen</b>	x	x	x		x	x		x		x	x		x	x		
2	Standardisierte 3D-Raumtypen-Datenbank	x	x	x	x		x		x		x	x		x	x	x	
10	Bestandserfassung und -modellierung	x	x		x	x	x										x
11	Erstellung Umgebungsmodell	x	x			x	x										
20	Bedarfsplanung	x	x	x			x			x							
30	Planungsvarianten (bzw. Erstellung haushaltsbegründeter Unterlagen)	x	x	x			x		x		x		x		x	x	x
40	Visualisierung	x	x	x		x	x					x				x	
50	Koordination der Fachgewerke	x	x	x	x	x		x			x					x	
50.001	Nutzung gemeinsame Arbeitsplattform (CDE)	x	x	x	x	x	x	x									x
50.002	Planungsfreigabe in CDE	x	x				x	x			x					x	
60	Planungsfortschrittskontrolle und Qualitätsprüfung	x	x	x	x	x		x	x								
60.001	Modellprüfung	x		x	x	x	x	x	x				x				x
70	Bemessung und Nachweisführung	x	x	x			x		x		x			x	x	x	x
<b>70.001</b>	<b>Modellbasierte Freihaltebereiche</b>	x	x	x	x	x	x		x	x	x			x	x	x	
70.002	Modellbasierte TGA-Berechnungen	x	x	x	x	x	x						x				x
70.003	Anwendungsbezogene Simulationen	x	x	x			x		x				x		x	x	
70.004	Materialkataster	x	x	x	x		x			x							x
70.005	Ökobilanzierung	x		x			x				x		x	x			x
80	Ableitung von Planunterlagen	x	x	x		x					x	x				x	
90	Genehmigungsprozess	x	x							x							
100	Mengen- und Kostenermittlung	x	x	x					x								

Nr.	BIM-Anwendungsfälle	BIM-Ziele															
		Erhöhung Planungsqualität und -effizienz	Erhöhung Transparenz	Verbesserung Kostencontrolling und Risikominimierung	Optimierung der Schnittstellen	Verbesserte (frühzeitige) Erkennung von Planungsfehlern (Kollisionen)	Vereinfachte Variantenentscheidung	Nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement	Unterstützung bei Sicherstellung der Barrierefreiheit	Unterstützung bei Sicherstellung rechtssichere Planung	Effizienzsteigerung Facilitymanagement / Gebäudemanagement	Verbesserung Patientenmanagement	Verbesserung Energiemanagement	Verbesserung Gerätemanagement	Erhöhung Patientensicherheit	Optimierung Betriebsablauf	Steigerung ökologische Nachhaltigkeit
100.001	Modellbasierte Mengenermittlung	x	x	x			x	x		x							x
100.002	Modellbasierte Kostenermittlung	x	x	x			x	x		x							
100.003	Life Cycle Costing (LCC)	x	x	x			x			x		x					
110	Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe	x		x			x			x							
120	Terminplanung der Ausführung	x	x	x	x		x	x		x					x	x	
130	Logistikplanung	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x	x	x	x	x
<b>130.001</b>	<b>Logistikbezogene Simulationen</b>	x	x	x			x	x		x	x		x	x	x	x	x
<b>130.002</b>	<b>Navigations- und Wegeleitsystem</b>										x	x		x	x	x	x
<b>130.003</b>	<b>Lokalisation Patient und Zutrittskontrollen</b>										x				x	x	
<b>130.004</b>	<b>Geräteortung</b>										x	x		x	x	x	x
<b>130.005</b>	<b>Just-in-Time-Patienten einbestellen</b>	x						x			x	x		x		x	x
<b>130.006</b>	<b>Belegungspläne auf Grundlage des Modells</b>											x				x	
140	Baufortschrittskontrolle	x	x	x						x							
150	Änderungs- und Nachtragsmanagement	x	x	x						x		x	x			x	
160	Abrechnung von Bauleistungen	x	x	x								x					
170	Abnahme- und Mängelmanagement	x	x	x						x		x				x	
180	Inbetriebnahmemanagement			x	x							x			x	x	
190	Projekt- und Bauwerksdokumentation (As-Built-Modell)				x					x		x			x	x	x
200	Nutzung für Betrieb und Erhaltung	x	x	x	x	x				x	x		x	x	x	x	x
200.001	Erstellung Betriebsmodell					x						x	x		x	x	x
200.002	BIM2FM		x	x	x	x						x	x		x	x	x
200.003	Mobile Instandhaltung													x	x	x	
<b>200.004</b>	<b>Augmented Reality für die Instandhaltung medizinischer Geräte</b>	x												x	x	x	

Quelle: Eigene Darstellung

Die einzelnen tabellarisch aufgeführten Anwendungsfälle werden im KlinikBIM-Leitfaden beschrieben, auf welche an dieser Stelle des Abschlussberichtes verwiesen wird. Für die krankenhausspezifischen Anwendungsfälle, welche durch das Konsortium entwickelt werden, werden jeweils BPMN-Prozessmodelle erstellt. Da es für diese Anwendungsfälle noch keine standardisierten Beschreibungen oder Darstellung gibt, sollen diese neben der Beschreibung im Leitfaden den Auftraggeber und das Projektteam bei der Durchführung des Anwendungsfalls unterstützen. Offene Fragestellungen zu der Erstellung der BPMN-Prozessmodelle werden mit dem Konsortium in einem digitalen Workshop eruiert. Die einzelnen BPMN-Prozessmodelle zu den krankenhausspezifischen Anwendungsfällen sind ebenfalls Teil des KlinikBIM-Leitfadens. Zu diesen zählen folgende:

- 001 Digitale Nutzerabstimmungen
- 070.001 Modellbasierte Freihaltebereiche
- 130.001 Logistikbezogene Simulationen
- 130.002 Navigations- und Wegeleitsystem
- 130.003 Lokalisation Patient und Zutrittskontrollen
- 130.004 Geräteortung
- 130.005 Just-in-Time-Patienten einbestellen
- 130.006 Belegungspläne auf Grundlage des Modells
- 200.004 AR für Instandhaltung medizinischer Geräte

Auf diese identifizierten und festgelegten Ziele und Anwendungsfällen baut die nach Kapitel 4.3.1 entwickelte BIM-Strategie auf. Diese wird mit Handlungsempfehlungen für die BIM-Implementierung in dem KlinikBIM-Leitfaden als Anlage angeführt, auf welchen an dieser Stelle verwiesen wird. Der Leitfaden bietet dabei verschiedene Möglichkeiten, welche von dem Auftraggeber projektspezifisch anzupassen sind. Dies betrifft insbesondere die erstellten AIA- und BAP-Mustervorlagen, welche nicht 1:1 übernommen werden können. Aus diesem Grund sind im Leitfaden inklusive der Mustervorlagen Hinweise angeheftet, die darauf hinweisen, an welcher Stelle eine Entscheidung des Auftraggebers erforderlich ist. Das Vorgehen zur Anwendung wird detailliert im Leitfaden beschrieben. Die Links zu den Anlagen sind in Kapitel 5.1 hinterlegt.

## 5 Fazit

### 5.1 Zusammenführung der Ergebnisse

Digitale Methoden können als Beschleuniger für mehr Transparenz, engere Zusammenarbeit und höhere Produktivität bei zukünftigen Bauprojekten im Gesundheitswesen angesehen werden. Es ist jedoch bemerkenswert, dass viele Bauherrn, Fachplanungen und Bauunternehmen immer noch Schwierigkeiten haben, die neuen Technologien im Zusammenhang mit BIM in ihre konventionellen Arbeitsabläufe zu integrieren. Diese Aussage lässt sich durch die angewandte Literaturrecherche und die Durchführung der Interviews auch auf den Krankenhausbau übertragen.

Nach Abwägung der Vor- und Nachteile von BIM im Krankenhausbau lässt sich jedoch feststellen, dass die Vorteile gegenüber den Nachteilen überwiegen, insbesondere wenn das digitale Modell über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes als Daten- und Informationsbasis genutzt wird. Dadurch ergeben sich insbesondere Vorteile in der Betriebsphase, die sowohl das Gebäudemanagement als auch das Krankenhausdienstleistungsmanagement einschließen. Um das volle Potenzial von BIM auszuschöpfen, ist eine kontinuierliche Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Akteuren Voraussetzung, so dass ein austauschbares Format verwendet werden sollte, um die Daten miteinander zu verknüpfen und in andere Softwareprogramme zu übertragen. Als Herausforderungen werden insbesondere fehlendes Fachpersonal, die Wissenslücke zur BIM-Anwendung und fehlende Standards genannt, sowie fehlende Finanzen für Umschulungen, Umstrukturierungen und Softwarelizenzen.

Um diese Herausforderungen bei der Umsetzung von BIM zu bewältigen, müssen Vorschriften angepasst, ergänzt und weitere Anleitungen und Vorlagen erstellt werden. Um die Optimierung von Bauprojekten in Krankenhäusern durch den Einsatz von BIM zu gewährleisten, muss zudem ein strategisches Veränderungsmanagement in den Bauabteilungen der Krankenhäuser etabliert werden, um die Mitarbeitenden entsprechend zu qualifizieren. Um den Einsatz von BIM im Krankenhausbau zu verbreiten und zu fördern und somit den Nutzen von BIM so weit wie möglich auszuschöpfen, sind klare Empfehlungen für den Einsatz von BIM notwendig. Hierfür wurde im Rahmen dieses Projektes der KlinikBIM-Leitfaden veröffentlicht, welcher Handlungsempfehlungen zur BIM-Anwendung im Krankenhausbau aufweist. Der Leitfaden umfasst eine adäquate BIM-Strategie mit möglichen Anwendungsfällen unter Berücksichtigung der komplexen Anforderungen und Rahmendbedingungen im Gesundheitsbau.

Der KlinikBIM-Leitfaden mit AIA- und BAP-Mustervorlage wird als Publikation in der Online-Datenbank der RWTH Aachen University im PDF-Format geführt:

DOI KlinikBIM-Leitfaden: [10.18154/RWTH-2024-03921](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-03921)

DOI AIA-Mustervorlage: [10.18154/RWTH-2024-03922](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-03922)

DOI BAP-Mustervorlage: [10.18154/RWTH-2024-03923](https://doi.org/10.18154/RWTH-2024-03923)

Für eine direkte Anwendung der AIA- und BAP-Mustervorlagen wird die Verwendung des Word-Formats zur Übertragung empfohlen, welche auf der Webseite des ICoM der RWTH Aachen University zur Verfügung stehen: <https://www.icom.rwth-aachen.de/go/id/prboj>

### 5.2 Wissenschaftliche Abschlussfähigkeit

Aufgrund der zeitlichen Begrenzung des Forschungsprojektes von zwei Jahren und der Durchführungsdauer von Krankenhausprojekten ist es nicht möglich, die entwickelte BIM-Strategie ab Beginn der LPH 0 bis zum Ende der LPH 9 oder gar weiter während der Betriebsphase pilotieren. Die Pilotierungsphase im Projekt beschränkte sich somit überwiegend auf die Überprüfung der Verständlichkeit der entwickelten Handlungsempfehlungen.

Darüber hinaus ist bei den Ergebnissen zu berücksichtigen, dass die Befragten zum Zeitpunkt der Befragung keine Erfahrungen bzgl. der Rückbauphase hatten, sodass diese Phase in den Ergebnissen nicht aufgeführt ist. Auch in der Literatur sind zum Thema der Rückbauphase von Krankenhäusern mithilfe eines digitalen Modells oder der BIM-Anwendung keine Treffer zu verzeichnen. Die Einbeziehung der Rückbauphase ist jedoch für die Betrachtung des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes notwendig. Diese Lücke kann durch weitere Untersuchungen in der Zukunft geschlossen werden, wenn Erfahrungswerte vorliegen. Bei Bestandsgebäuden, die nicht mit BIM geplant wurden, besteht weiterer Forschungsbedarf, um die wirtschaftlichen Auswirkungen einer nachträglichen digitalen Erfassung von Bestandsgebäuden für die Betriebsphase zu ermitteln und für welche Anwendungsfälle sich dies als wirtschaftlich erweist. Erst dann kann entschieden werden, ob und in welchen Fällen digitale Anwendungen sinnvoll sind. Ein Vergleich der wirtschaftlichen Aspekte im Verhältnis zum Aufwand kann helfen, die Vorteile und den Nutzen abzuwägen.

## 6 Mitwirkende

### Autorinnen

Hartmann, Sabine (Lehrstuhl und Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen, RWTH Aachen Universität)

Zaun, Anne (Lehrstuhl und Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen, RWTH Aachen Universität)

Klemt-Albert-Katharina (Lehrstuhl und Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen, RWTH Aachen Universität)

### Projektpartnerinnen und -partner

Streich, Jochen (Planungsgruppe VA GmbH)

Schultz, Edzard (Heinle Wischer Partnerschaft freier Architekten mbB)

Zoltan, Djapjas (Heinle Wischer Partnerschaft freier Architekten mbB)

Schiffmann, Johannes (albert.ing GmbH)

Schorn, Christian (IMV Schorn GmbH)

Schmidt, Marc (IMV Schorn GmbH)

Esmaelizadeh, Tina (IMV Schorn GmbH)

Engels, Ralf (Vinzenzkrankenhaus Hannover GmbH)

Jürgens, Lutz (Medizinische Hochschule Hannover)

Fiege-Hoffmeister, Gerhard (Medizinische Hochschule Hannover)

Schäfers, Jörg (Medizinische Hochschule Hannover)

Buge, Tom (Klinikum Region Hannover GmbH)

Rohland, Jens (Universitätsmedizin Göttingen)

## Abkürzungsverzeichnis

AHO	Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V.
AIA	Auftraggeber-Informationsanforderungen
AP	Arbeitspaket
ApBetrO	Apothekenbetriebsordnung
AR	Augmented Reality
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
ASR	Technische Regeln für Arbeitsstätten
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BGI	Berufsgenossenschaftliche Information für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit
BIM	Building Information Modeling
BO	Betriebsorganisation
BPMN	Business Process Model and Notation
DGK	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V.
DGKH	Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DIN	Deutsches Institut für Normung
DRL	Dokumentationsrichtlinie
EN	Europäische Norm
FM	Facility Management
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
ICoM	Institute for Construction Management, Digital Engineering and Robotics in Construction (deutsch: Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen)
IFC	Industry Foundation Classes
KHG	Krankenhausfinanzierungsgesetz
KIA	Klinik-Informationsanforderungen
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
KRH	Klinikum Region Hannover GmbH
LCA	Life Cycle Analysis (deutsch: Lebenszyklusanalyse)
LPH	Leistungsphase
LV	Leistungsverzeichnis
MBO	Musterbauordnung
MHH	Medizinische Hochschule Hannover
RFP	Raum- und Funktionsprogramm

---

RLBau	Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Landes
TGA	Technische Gebäudeausrüstung
UMG	Universitätsmedizin Göttingen
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
VOL	Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen
VR	Virtual Reality
ZOM II	Zentrum für Operative Medizin II

## Glossar

<b>3D-Modell / 4D-Modell / 5D-Modell / 6D-Modell / 7D-Modell</b>	Ein 3D-Gebäudemodell stellt die geometrische Abbildung eines Bauwerks dar. Handelt es sich um ein BIM-Modell, verfügt dieses nicht nur über die rein geometrischen Angaben, sondern enthält zusätzliche Attribute und Informationen aller Komponenten oder Bauteile des Modells. In einem 4D-Modell werden diese zusätzlich durch Informationen zum Terminplan angereichert. Das 5D-Modell führt als weitere Dimension die Kosten ein. Darüber hinaus haben sich bereits weitere Dimensionen etabliert (6D / 7D / nD), die z. B. weitere Informationen zum Lebenszyklus wie Betrieb, Abriss, Entsorgung und Instandhaltung beinhalten können.
<b>As-Built-Modell</b>	Ein digitales Gebäudemodell, dessen geometrische Daten und semantische Informationen die tatsächlich erfolgte Bauausführung wiedergeben und das durch die Verknüpfung mit weiteren Datenbanken und Dokumenten als Dokumentation dient. Es bildet außerdem die Grundlage für das Betriebsmodell, welches z. B. im Rahmen des Facility Management (FM) eingesetzt werden kann.
<b>Augmented Reality (AR)</b>	Augmented Reality ist die computergestützte Erweiterung der Sinneswahrnehmung. Dabei werden insbesondere die visuellen Sinne durch die Überlagerung des realen Bildes mit virtuellen Inhalten genutzt.
<b>BIM-Anwendungsfall</b>	BIM-Anwendungsfälle beschreiben die zu erbringende Leistung von Handlungen bzw. Prozessen zur Erreichung von festgelegten BIM-Zielen. Für die Anwendungsfälle werden die erforderlichen Anforderungen, z. B. hinsichtlich des Informationsgehaltes, vom Auftraggeber definiert. Die Auswahl der BIM-Anwendungsfälle wird projektspezifisch, abhängig von den Projektzielen, auftraggeberseitig festgelegt.
<b>BIM-Collaboration Format (BCF)</b>	Dieses Format wird im Zuge des Änderungsmanagements verwendet und ist ein offener buildingSMART Standard. Es wird für die Weitergabe einzelner Informationen aus einem Gebäudemodell wie beispielsweise im Falle von Änderungen oder Fehlern und für den Austausch zwischen BIM-Softwarelösungen verwendet.
<b>Construction-Operations Building Information Exchange (COBie)</b>	Datenstandard für Gebäudeinformationen, welcher nicht-geometrische Attribute für die Anforderungen des FM definiert.
<b>Computer Aided Facility Management (CAFM)</b>	Computer Aided Facility Management ist eine Anwendung, welche die Unterstützung des FM mithilfe von Informationstechnologie unter Nutzung von Datenbanken durch eine Software ermöglicht.
<b>Data Drop</b>	Ein Data Drop markiert einen zeitlichen Übergabepunkt für Leistungspakete der digitalen Planung. In Form eines Meilensteinplans werden verschiedene Zeitpunkte definiert, zum Ende jeder Leistungsphase (LPH) als Übergabepunkt für die LPH-spezifische Planung sowie kontinuierlich im Planungsprozess als Basis für die Virtual Design Reviews.
<b>Digitales Modell</b>	Digitale Repräsentation in einem Modell mit geometrischen und alphanumerischen Informationen. Es handelt es sich um digitale Darstellungen von existierenden oder geplanten physischen Objekten, wobei keine automatische Datenübertragung zwischen den physischen und digitalen

	Objekten erfolgt. Somit hat eine Änderung im Zustand des physischen Objekts keine direkten Auswirkungen auf das digitale Objekt und umgekehrt.
<b>Digitaler Schatten</b>	Bei einem digitalen Schatten besteht eine einseitige, automatisierte Echtzeitdatenverbindung zwischen dem aktuellen Zustand eines physischen Objekts und seiner digitalen Repräsentation. Eine Veränderung im Zustand des physischen Objekts führt zu einer entsprechenden Veränderung im digitalen Abbild, jedoch nicht umgekehrt. Im Unterschied zu einem digitalen Modell basiert der digitale Schatten auf der Erfassung von Echtzeitdaten, die vom realen Objekt ausgehen.
<b>Digitaler Zwilling</b>	Bei einem digitalen Zwilling erfolgt ein umfassender, integrierter Echtzeitdatenaustausch mit automatisierten Datenströmen in beide Richtungen zwischen einem existierenden physischen System und seiner digitalen Repräsentation. Eine Änderung im Zustand des physischen Objekts führt innerhalb der erlaubten Zustandsgrenzen zu einer entsprechenden Veränderung im digitalen Abbild und umgekehrt.
<b>Fachmodell</b>	Digitales Modell, das die Objekte und Informationen eines spezifischen Fachbereichs enthält. Die Fachmodelle können weiterhin unterteilt sein. So kann das Architekturmodell z. B. aus den Modellen Fassade, Rohbau und Ausbau bestehen.
<b>Gesamtmodell</b>	Ein Gesamtmodell bezeichnet die Gesamtheit aller Fach- und Teilmodelle in deren jeweils aktuellen Revisionen.
<b>Industry Foundation Classes (IFC)</b>	Herstellerunabhängiger, offener Datenstandard, welcher zum Austausch von modellbasierten Daten und Informationen in allen Planungs-, Ausführungs- und Bewirtschaftungsphasen genutzt werden kann. BuildingSMART International entwickelt und etabliert IFC als offenen, internationalen Standard für das Bauwesen.
<b>Kollisionsprüfung</b>	(Halbautomatisierte) Prüfung eines oder mehrerer BIM-Modelle auf räumliche Überschneidungen. Die Kollisionsprüfung dient der Koordination der Planung.
<b>Koordinationsmodell</b>	Zusammenführung mehrerer Fach- oder Teilmodelle zur Koordination, zur Durchführung von Konfliktprüfungen (z. B. Kollisionen) und zur Umsetzung weiterer BIM-Anwendungsfälle.
<b>Life Cycle Analysis (LCA)</b>	Ermittlung der Umweltwirkungen und der Energiebilanz von Produkten über den gesamten Lebenszyklus.
<b>Life Cycle Costs (LCC)</b>	Ermittlung der Lebenszykluskosten der einzelnen Produkte.
<b>Teilmodell</b>	Ein Teilmodell enthält eine fachlich-räumlich spezifizierte Ausprägung eines Projektes. Durch Kombination von Teilmodellen können Koordinationsmodelle gebildet werden, um temporäre Gesamtansichten des Projektes herzustellen oder teilmodell-übergreifende Kontrollen durchzuführen.
<b>Virtual Reality (VR)</b>	Virtual Reality ist die computergestützte Darstellung der Wirklichkeit in Form von virtuellen, interaktiven Darstellungen, Modellabbildungen und -begehungen mittels VR-Brillen oder in einer VR-Cave.

## Literaturverzeichnis

- ABB Group. „Mercy Hospital, Jefferson, A Smart Building Solution.“ kein Datum. [https://library.e.abb.com/public/b8a96c43368141b9a0aa8feeb72cc19/ABB\\_Cylon\\_A4\\_170301\\_MercyHospitalJefferson\\_CaseStudy\\_global.pdf](https://library.e.abb.com/public/b8a96c43368141b9a0aa8feeb72cc19/ABB_Cylon_A4_170301_MercyHospitalJefferson_CaseStudy_global.pdf) (Zugriff am 13. 05 23).
- AHO - Ausschuss der Verbände und Kammern der Ingenieure und Architekten für die Honorarordnung e.V. . 2021.
- AHO Heft Nr. 9. 2020. <https://www.aho.de/publication/heft-9/>.
- AHO-Fachkommission. „Projektmanagement in der Bau- und Immobilienwirtschaft - Standards für Leistungen und Vergütung.“ März 2021.
- AKG Arbeitsgruppe Zielplanung. „Empfehlungen zur Zielplanung 2014.“ Bericht, Berlin, 2014.
- ALB FILS KLINIKEN - Klinikbau am Eichert. „Klinikbau am Eichert: Alles zum neuen Krankenhausgebäude und den Teilprojekten.“ GmbH. [https://www.alb-fils-kliniken.de/fileadmin/default/80\\_Ueberuns/Imagebroschuere\\_ALB\\_FILS\\_KLINIKEN.PDF](https://www.alb-fils-kliniken.de/fileadmin/default/80_Ueberuns/Imagebroschuere_ALB_FILS_KLINIKEN.PDF) (Zugriff am 13 05 2023).
- Alb Fils Kliniken. 2022. <https://www.alb-fils-kliniken.de/neubau/neubau-klinik-am-eichert/> (Zugriff am 18. 10 2023).
- ALB FILS KLINIKEN GmbH - Krankenhausgebäude und den Teilprojekten. *Alles zum neuen Krankenhausgebäude und den Teilprojekten.* kein Datum. <https://www.alb-fils-kliniken.de/neubau/neubau-klinik-am-eichert/> (Zugriff am 13. 05 2023).
- Alkhatib, Henning. *Interviewgespräch VAMD VHP* (2022).
- Arkitema Østfold Hospital. *Arkitema Østfold Hospital.* kein Datum. <https://www.arkitema.com/en/project/østfold-sygehus> (Zugriff am 25. 04 23).
- ash Klinikum Wilhelmshaven. 2023. <https://www.a-sh.de/projekte/klinikum-wilhelmshaven> (Zugriff am 16. 10 2023).
- Autodesk. 2019. <https://www.autodesk.com/autodesk-university/de/class/BIM-im-Krankenhaus-Planen-Bauen-Betreiben-Nutzen-und-Vorteile-im-Betrieb-im-Krankenhaus-2019> (Zugriff am 19. 10 2023).
- Bakkmoen, K.I. *Managing and use of BIM at the New Ostfold Hospital through design and construction.* 2015.
- Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr und das Bayerischen Staatsministeriums der Finanzen und für Heimat. 2020. [https://www.gesetze-bayern.de/Content/Resource?path=resources%2fBayVV\\_631\\_B\\_10824\\_BayVV631-B-10824-Anhang-001.PDF](https://www.gesetze-bayern.de/Content/Resource?path=resources%2fBayVV_631_B_10824_BayVV631-B-10824-Anhang-001.PDF) (Zugriff am 02. 11 2023).
- BDO AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft, Deutsches Krankenhausinstitut. *Investitionsfähigkeit der deutschen Krankenhäuser.* Köln, 2015.
- Behörde für Stadtentwicklung und Wohnen Amt für Bauordnung und Hochbau . *Brandschutztechnische Anforderungen an Krankenhäuser.* 2016.
- Bender, S. *Transkription Klinikum Frankfurt Höchst.* Frankfurt Höchst, 2021a.
- Transkription Interview US Klinikum Weilerbach (Army Corps).* 09.12.2021b.
- Bergische Universität Wuppertal. „biminstitut.uni-wuppertal.de.“ Oktober 2018. [https://biminstitut.uni-wuppertal.de/fileadmin/biminstitut/Download-Bereich/BIM-Mittelstandsleitfaden\\_Forschungsberichte/BIM-Mittelstandsleitfaden\\_FMZ\\_Leinefelde.pdf](https://biminstitut.uni-wuppertal.de/fileadmin/biminstitut/Download-Bereich/BIM-Mittelstandsleitfaden_Forschungsberichte/BIM-Mittelstandsleitfaden_FMZ_Leinefelde.pdf) (Zugriff am 09. 10 2023).

- Bienert, Sven, und Klaus Wagner. *Bewertung von Spezialimmobilien*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018.
- BIM Deutschland. 2023. <https://www.bimdeutschland.de/bim-deutschland/liste-der-standardisierten-anwendungsfallbezeichnungen> (Zugriff am 20. 10 2023).
- BIM Deutschland. 2022. [https://www.bimdeutschland.de/fileadmin/media/Downloads/Anwendungsfaelle\\_-\\_AWF/20220216\\_BIM\\_D\\_AP22\\_AWF\\_V2.0.pdf](https://www.bimdeutschland.de/fileadmin/media/Downloads/Anwendungsfaelle_-_AWF/20220216_BIM_D_AP22_AWF_V2.0.pdf) (Zugriff am 20. 10 2023).
- Bim Model. „Delivering New Royal Adelaide Hospital with BIM.“ kein Datum. <https://www.bimmodel.co/single-post/2016/08/22/delivering-new-royal-adelaide-hospital-with-bim> (Zugriff am 13. 05 23).
- bimacademy. *Whipps Cross Hospital*. kein Datum. <https://www.bimacademy.global/work/whipps-cross-hospital/> (Zugriff am 13. 05 23).
- Bizcommunity. *Dr. Pixley Isaka Seme Memorial Hospital fast-tracked for June opening*. kein Datum. <https://www.bizcommunity.com/Article/196/757/204555.html> (Zugriff am 13. 05 23).
- Böhme, Steffen. „Personal correspondence.“ 11. 03 2023.
- Büchel, Jan, und Barbara Engels. „de.digital.“ 14. Dezember 2022. [https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-digitalisierungsindex-2022-kurzfassung.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.de.digital/DIGITAL/Redaktion/DE/Digitalisierungsindex/Publikationen/publikation-digitalisierungsindex-2022-kurzfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=1) (Zugriff am 6. Oktober 2023).
- Buge, Tom. „Personal correspondence.“ 11. 03 2023.
- buildingSMART. „Case Study, New Østfold Hospital project.“ kein Datum. <https://buildingsmart.org/wp-content/uploads/2017/07/Ostfold-2015-final-version-30012015.pdf> (Zugriff am 25. 04 23).
- Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Juli 2023. <https://www.gesetze-im-internet.de/khg/KHG.pdf> (Zugriff am 16. 10 2023).
- Bundesministerium des Innern und für Heimat. „Masterplan BIM für Bundesbauten.“ Berlin, 2021.
- Bundesministerium für Justiz. 10. 07 2013. [https://www.gesetze-im-internet.de/hoai\\_2013/HOAI.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/hoai_2013/HOAI.pdf) (Zugriff am 26. 10 2023).
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. 12 2015. [https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/stufenplan-digitales-bauen.pdf?__blob=publicationFile) (Zugriff am 16. 10 2023).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. 2022. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Wirtschaft/vergabeverfahren.html> (Zugriff am 01. 11 2023).
- Busse, Reinhard, Jonas Schreyögg, und Tom Stargardt. *Management im Gesundheitswesen*. Springer Verlag, 2012.
- CF Moller Architects . 2022. <https://www.cfmoller.com/p/Aarhus-University-Hospital-AUH-i2310.html> (Zugriff am 19. 10 2023).
- Choszcz, Udo. „Personal correspondence.“ 28. 03 2023.
- Clemens, Adriana. *mckinsey.com*. 28. Februar 2017. <https://www.mckinsey.com/de/news/presse/mckinsey-studie-produktivitat-der-baubranche-in-deutschland-stagniert> (Zugriff am 6. Oktober 2023).
- Construction Safety. *Enza Construction nears completion of R3bn Dr Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital*. kein Datum. <https://www.constructionsafety.co.za/2019/08/13/enza-construction-nears-completion-of-r3bn-dr-pixley-ka-isaka-seme-memorial-hospital/> (Zugriff am 13. 05 23).

- CPB Contractors. „New Royal Adelaide Hospital.“ kein Datum. <https://www.cpbcon.com.au/en/our-projects/2011/nrah> (Zugriff am 13. 05 23).
- Dammann, Maibritt. „Personal correspondence.“ 13. 04 2023.
- Danulat, Karina. *Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen.* 2020. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=6275253> (Zugriff am 01. 11 2023).
- Dehoust, Eva. „Personal correspondence.“ 05. 05 2023.
- Deutsche Krankenhaus Gesellschaft Dezernat II. *dkgev.de.* 2020. [https://www.dkgev.de/fileadmin/default/2020\\_DKG\\_Bestandsaufnahme\\_KH-Planung\\_Investitionsfinanzierung.pdf\\_.pdf](https://www.dkgev.de/fileadmin/default/2020_DKG_Bestandsaufnahme_KH-Planung_Investitionsfinanzierung.pdf_.pdf) (Zugriff am 09. 10 2023).
- Deutsche Krankenhausgesellschaft, Dezernat II. *Bestandsaufnahme zur Krankenhausplanung und Investitionsfinanzierung in den Bundesländern.* Berlin, 2018.
- Deutscher Ärzteverlag GmbH. 31. Mai 2018. <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/95540/Investitionskostenfinanzierung-der-Kliniken-deutlich-zurueckgegangen> (Zugriff am 16. 10 2023).
- Deutscher Vergabe und Vertragsausschuss für Bauleistungen. *Vergabe und Vertragsausschuss für Bauleistungen.* 2016.
- Diakoneo HdÖR Klinik Hallerwiese. 2022. <https://www.klinik-hallerwiese.de/de/cnopfsche-kinderklinik/umbau-cnopfsche-kinderklinik.html> (Zugriff am 19. 10 2023).
- DIN 13080. *Gliederung des Krankenhauses in Funktionsbereiche und Funktionsstellen.* 06.2016.
- DIN 13080-3. *DIN 13080 Beiblatt 3: Gliederung des Krankenhauses in Funktionsbereiche und Funktionsstellen.* 2016.
- DIN 13080-4. *DIN 13080 Beiblatt 4 Gliederung des Krankenhauses in Funktionsbereiche und Funktionsstellen.* 2016.
- DIN 18205. 29. 05 2021. <https://www.tga-fachplaner.de/service/bim-field-bim-auf-der-baustelle> (Zugriff am 16. 10 2023).
- DIN 276. 12.2018.
- DIN 277. *Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau.* 08.2021.
- DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau). *DIN 18960, Nutzungskosten im Hochbau.* kein Datum.
- Dr. Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital. 29. 05 2020. <https://www.bizcommunity.com/Article/196/757/204555.html> (Zugriff am 18. 10 2023).
- Drees & Sommer SE. 2022. <https://www.dreso.com/de/projekte/details/sanierung-und-erweiterung-klinik-hallerwiese-und-cnopfsche-kinderklinik> (Zugriff am 19. 10 2023).
- Drees & Sommer SE. „Klinikum Hallerwiese und Cnopfsche Kinderklinik.“ *Bauen + Wirtschaft - Architektur der Region im Spiegel* (Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft mbH) 09, Nr. Franken 2021 (2021).
- Drees & Sommer SE. *Sanierung und Erweiterung Klinik Hallerwiese und Cnopfsche Kinderklinik.* 2022. <https://www.dreso.com/de/projekte/details/sanierung-und-erweiterung-klinik-hallerwiese-und-cnopfsche-kinderklinik> (Zugriff am 13. 05 2023).
- Drees & Sommer SE. *Sanierung und Erweiterung Klinik Hallerwiese und Cnopfsche Kinderklinik.* kein Datum. <https://www.dreso.com/de/projekte/details/sanierung-und-erweiterung-klinik-hallerwiese-und-cnopfsche-kinderklinik> (Zugriff am 13. 05 2023).

- dsp Ingenieure + Planer AG. *Gesamterneuerung Spital Lachen*. 2019. <https://www.dsp.ch/aktuell-detail/gesamterneuerung-spital-lachenneubau-und-sanierung-in-vier-etappen.html> (Zugriff am 2023).
- Duden. *duden.de*. 27. 04 2018. <https://www.duden.de/rechtschreibung/Gesundheitswesen> (Zugriff am 09. 10 2023).
- Emergen-Research. *Global Construction Market*. Surrey, BC, Canada: Emergen Research, 2001.
- Enza construction. *Dr Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital*. kein Datum. <https://enzacon.co.za/portfolio/dr-pixley-ka-isaka-memorial-hospital/> (Zugriff am 13. 05 23).
- evergabe.de. 2022. <https://www.evergabe.de/vergaberecht/eu/> (Zugriff am 01. 11 2023).
- Finanzministerium des Landes Schleswig-Holstein. 2014. [https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/H/haushalt\\_landeshaushalt/Downloads/Haushaltsplaene2014/Ep112.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/H/haushalt_landeshaushalt/Downloads/Haushaltsplaene2014/Ep112.pdf?__blob=publicationFile&v=1) (Zugriff am 02. 11 2023).
- Flugfeldklinikum Sindelfingen. 18. 01 01.2021. [https://www.flugfeldklinikum.de/kontakt/presse/detailansicht/news/projekt-neubau-flugfeldklinikum-der-doppelgaenger-ist-schon-fertig/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=da17a13ab286e5daf7bf71e753f700be](https://www.flugfeldklinikum.de/kontakt/presse/detailansicht/news/projekt-neubau-flugfeldklinikum-der-doppelgaenger-ist-schon-fertig/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=da17a13ab286e5daf7bf71e753f700be) (Zugriff am 18. 10 2023).
- Klinikverbund Südwest. 27. 10 10.2021. [https://www.flugfeldklinikum.de/im-dialog/alle-news/detailansicht/news/projekt-neubau-flugfeldklinikum-gewinnt-bim-cluster-bw-award-2021/?tx\\_news\\_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx\\_news\\_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=6d5ff5e90228c3d9d983df6088df4c48](https://www.flugfeldklinikum.de/im-dialog/alle-news/detailansicht/news/projekt-neubau-flugfeldklinikum-gewinnt-bim-cluster-bw-award-2021/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=6d5ff5e90228c3d9d983df6088df4c48) (Zugriff am 18. 10 2023).
- Fraser Health Authority. *Project overview*. kein Datum. <https://www.fraserhealth.ca/your-community/surrey/new-surrey-hospital-project/overview#.ZC1fKi-21QI> (Zugriff am 13. 05 23).
- Gannah , A., und G. Lea. *A Global Analysis of BIM Standards across the Globe: A Critical Review*. Journal, Journal of Project Management Practice, 2021.
- Ganten, Hans. *Verantwortung und Vergütung bei Architektenleistungen*. 2014. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=1697351> (Zugriff am 01. 11 2023).
- gde-bund.de*. 6. Oktober 2023. [https://www.gde-bund.de/gbe/pkg\\_olap\\_tables.prc\\_set\\_hierlevel?p\\_uid=gastd&p\\_aid=967813&p\\_sprache=D&p\\_hel p=2&p\\_indnr=522&p\\_ansnr=99922180&p\\_version=3&p\\_dim=D.000&p\\_dw=3727&p\\_direction=roll up](https://www.gde-bund.de/gbe/pkg_olap_tables.prc_set_hierlevel?p_uid=gastd&p_aid=967813&p_sprache=D&p_hel p=2&p_indnr=522&p_ansnr=99922180&p_version=3&p_dim=D.000&p_dw=3727&p_direction=roll up) (Zugriff am 6. Oktober 2023).
- Georg Thieme Verlag KG. „CAFM-Systeme: Eine Frage der Wirtschaftlichkeit.“ *kma - Das Gesundheitswirtschaftsmagazin*, 2017.
- Hansen Yunken. „New Royal Adelaide Hospital.“ kein Datum. <https://www.hansenyuncken.com.au/images/projects/health/new-royal-adelaide-hospital/HY%20100%20Years%20-%20the%20new%20Royal%20Adelaide%20Hospital.pdf> (Zugriff am 13. 05 23).
- Hartmann, Sabine, und Christoph Patberg. „KlinikBIM-Workshop mit Projektkonsortium.“ 04. 07 2022. (Zugriff am 26. 10 2023).
- HC&O News. *Construction Complete on New Patient Tower at Mercy Hospital Jefferson*. kein Datum. <https://hconews.com/2018/04/02/construction-complete-new-patient-tower-mercy-hospital-jefferson/> (Zugriff am 13. 05 23).
- Heinz, C. *Transkription Interview Jüdisches Krankenhaus Berlin (JKB)*. 2021.
- Hessisches Ministerium der Finanzen. 2022. <https://lbih.hessen.de/bau-0> (Zugriff am 26. 10 2023).

- HOAI . „hoai.de.“ 2021. <https://www.hoai.de/hoai/volltext/hoai-2021/>.
- Hoare Lea. *Safe and sustainable clinical services*. kein Datum. <https://hoarelea.com/project-story/whipps-cross-hospital-london/> (Zugriff am 13. 05 23).
- Infrastructure BC. *New Surrey Hospital & BC Cancer Centre Project*. kein Datum. <https://www.infrastructurebc.com/projects/announced-in-procurement/new-surrey-hospital-cancer-centre/> (Zugriff am 13. 05 23).
- Innenministerium Nordrhein-Westfalen. 21. 02 1978. [https://recht.nrw.de/lmi/owa/br\\_bes\\_text?anw\\_nr=2&gld\\_nr=2&ugl\\_nr=232&bes\\_id=4556&menu=0&sg=0&aufgehoben=J&keyword=KhBauVO#det0](https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=2&gld_nr=2&ugl_nr=232&bes_id=4556&menu=0&sg=0&aufgehoben=J&keyword=KhBauVO#det0) (Zugriff am 26. 10 2023).
- Innenministerium Nordrhein-Westfalen. 21. 12 2021. [https://recht.nrw.de/lmi/owa/br\\_bes\\_text?sg=0&print=1&menu=0&anw\\_nr=2&gld\\_nr=%202&ugl\\_nr=232&val=39224&ver=0&aufgehoben=N&keyword=&bes\\_id=39224&show\\_preview=1&typ=Kopf](https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?sg=0&print=1&menu=0&anw_nr=2&gld_nr=%202&ugl_nr=232&val=39224&ver=0&aufgehoben=N&keyword=&bes_id=39224&show_preview=1&typ=Kopf) (Zugriff am 23. 10 2023).
- IVB4, Referat. *bmwk.de*. 2022. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-bauwirtschaft.html> (Zugriff am 6. Oktober 2023).
- Jüdisches Krankenhaus Berlin. *Neubauprojekt Bettenhaus Jüdisches Krankenhaus Berlin*. kein Datum. <https://www.jkb-neubau.de/> (Zugriff am 13. 05 2023).
- Kalusche, Wolfdietrich. 2016. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5119740> (Zugriff am 26. 10 2023).
- Kilic , B., und T. Diebold. *Lean und Digital Construction in der Umsetzung am Klinikum Frankfurt Höchst*. Frankfurt, 2018.
- Kliniken des Landkreises Lörrach. 2022a. <https://www.klinloe.de/neues-klinikum/portrait.html> (Zugriff am 18. 10 2023).
- Klinikum Wilhelmshaven - Zahlen, Daten, Fakten. *Zahlen, Daten, Fakten*. 2022. [https://www.klinikum-whv.de/unternehmen/neubau/zahlen\\_daten\\_fakten.php](https://www.klinikum-whv.de/unternehmen/neubau/zahlen_daten_fakten.php) (Zugriff am 19. 10 2023).
- Knobel, M. „Steuerung des Krankenhauses über einen Digitalen Zwilling.“ In *Pflegemanagement und Innovation in der Pflege*, von G. Lux und D. Matusiewicz. 2022.
- Kochendörfer , Bernd, Jens Liebchen, und Markus G. Viering. *Bau-Projekt-Management Grundlagen und Vorgehensweisen*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2021.
- Kramme, Rüdiger. 2007. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-540-34103-1.pdf> (Zugriff am 26. 10 2023).
- Kraus, Petra. *www.bauindustrie.de*. 20. Januar 2022. [https://www.bauindustrie.de/fileadmin/bauindustrie.de/Zahlen\\_Fakten/Auf\\_den\\_Punkt\\_gebracht/220120\\_Bi\\_auf\\_den\\_Punkt\\_gebracht\\_-\\_Produktivitaet\\_im\\_Bau\\_haupt\\_gewerbe.pdf](https://www.bauindustrie.de/fileadmin/bauindustrie.de/Zahlen_Fakten/Auf_den_Punkt_gebracht/220120_Bi_auf_den_Punkt_gebracht_-_Produktivitaet_im_Bau_haupt_gewerbe.pdf) (Zugriff am 6. Oktober 2023).
- Kucera, Martin. *Keine Änderungen während der Bauphase*. 2020.
- Küpfer, Michael. „Personal correspondence.“ 20. 07 2022.
- Kwazulu-Natal Province. *Dr. Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital*. kein Datum. <http://www.kznhealth.gov.za/DPKISMH.htm> (Zugriff am 13. 05 23).
- Lamar Johnson Collaborative. *Mercy Hospital Jefferson*. kein Datum. <https://theljc.com/projects/mercy-hospital-jefferson> (Zugriff am 13. 05 23).

- London Borough of Waltham Forest. *Whipps Cross Hospital Development*. kein Datum. <https://www.walthamforest.gov.uk/regeneration-and-growth/regeneration-projects-and-developments/regeneration-leytonstone/whipps-cross-hospital-development> (Zugriff am 13. 05 23).
- Lörch, Ulrike. „Personal correspondence.“ 31. 03 2023.
- McCarthy Building Companies. *New Patient Tower and Renovations at Mercy Hospital Jefferson*. kein Datum. <https://www.mccarthy.com/insights/new-patient-tower-and-renovations-mercy-hospital-jefferson> (Zugriff am 13. 05 23).
- Meiners, Carsten. *Gebündelte Leistungen in Planung und Bauausführung*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2018.
- Mercy Jefferson Hospital. 16. 06 2018. <https://wolfmediausa.com/2018/06/16/news-release-new-patient-tower-and-renovations-at-mercy-hospital-jefferson/> (Zugriff am 18. 10 2023).
- Merschbacher, Adam. *Brandschutzfibel*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden 2. Auflage, 2021.
- Ministerium der Finanzen Bremen. 31. 12 2018. [https://www.transparenz.bremen.de/metainformationen/richtlinien-fuer-die-planung-und-durchfuehrung-von-baufaufgaben-rlbau-142953?asl=bremen203\\_tpgesetz.c.55340.de&template=20\\_gp\\_ifg\\_meta\\_detail\\_d](https://www.transparenz.bremen.de/metainformationen/richtlinien-fuer-die-planung-und-durchfuehrung-von-baufaufgaben-rlbau-142953?asl=bremen203_tpgesetz.c.55340.de&template=20_gp_ifg_meta_detail_d) (Zugriff am 02. 11 2023).
- Ministerium der Finanzen Rheinland-Pfalz. 2021. [https://fm.rlp.de/fileadmin/04/Themen/Staatsbau/Richtlinie\\_RLBau/RLBau\\_Stand\\_2021.pdf](https://fm.rlp.de/fileadmin/04/Themen/Staatsbau/Richtlinie_RLBau/RLBau_Stand_2021.pdf).
- Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen. 04.2022. [https://recht.nrw.de/lmi/owa/br\\_text\\_anzeigen?v\\_id=1220100107092233732#FN1](https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_text_anzeigen?v_id=1220100107092233732#FN1) (Zugriff am 01. 11 2023).
- Ministerium für Finanzen Sachsen. 2018. <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/17995-RLBau-Sachsen-Ausgabe-2018#x4> (Zugriff am 02. 11 2023).
- Ministerium für Finanzen Sachsen-Anhalt. 2014. [https://mf.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik\\_und\\_Verwaltung/MF/Dokumente/Publikationen/RLBau\\_LSA\\_aktuell.pdf](https://mf.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MF/Dokumente/Publikationen/RLBau_LSA_aktuell.pdf) (Zugriff am 02. 11 2023).
- Ministerium für Finanzen und Europa des Saarlandes. 2021. [https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mibs/aufgaben\\_bauen/RL-Hochbau-neu.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mibs/aufgaben_bauen/RL-Hochbau-neu.pdf?__blob=publicationFile&v=1) (Zugriff am 02. 11 2023).
- Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung des Landes Nordrhein-Westfalen. 14. 08 2022. <https://www.bauportal.nrw/informationen-baurecht/erste-allgemeine-informationen/ablauf-baugenehmigungsverfahren> (Zugriff am 01. 11 2023).
- Ministerium für Heimat/Kommunales/Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen. „BIM-Handlungsempfehlung für die kommunalen Bauverwaltungen un die kommunale Gebäudewirtschaft in Nordrhein-Westfalen.“ 2021.
- modlar. *Royal Adelaide Hospital Australia and BIM*. kein Datum. <https://www.modlar.com/blog/royal-adelaide-hospital-australia-and-bim/> (Zugriff am 13. 05 23).
- Musterbauordnung Krankenhaus. 2023. [https://recht.nrw.de/lmi/owa/br\\_bes\\_text?anw\\_nr=2&gld\\_nr=2&ugl\\_nr=232&bes\\_id=4556&aufgehoben=J&menu=1&sg=](https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=2&gld_nr=2&ugl_nr=232&bes_id=4556&aufgehoben=J&menu=1&sg=) (Zugriff am 20. 10 2023).
- New Surrey hospital and BC Cancer. 16. 09 2022. <https://www.bimacademy.global/insights/project-management/dr-melanie-robinson-talks-bim-and-a-1-72bn-hospital-project-in-canada/> (Zugriff am 18. 10 2023).

- Niedersächsisches Finanzministerium. 2020. [https://www.mf.niedersachsen.de/startseite/themen/staatl\\_baumanagement/rbbau\\_rlbau/richtlinie\\_n-fuer-die-durchfuehrung-von-bauaufgaben-des-bundesrbbau-zugleich-fuer-baumanahmen-des-landes-rlbau-131420.html](https://www.mf.niedersachsen.de/startseite/themen/staatl_baumanagement/rbbau_rlbau/richtlinie_n-fuer-die-durchfuehrung-von-bauaufgaben-des-bundesrbbau-zugleich-fuer-baumanahmen-des-landes-rlbau-131420.html) (Zugriff am 02. 11 2023).
- Nilsson, Krister. „Personal correspondence.“ 30 03 2023.
- OBERMEYER Servbest GmbH. *Jüdisches Krankenhaus Berlin*. kein Datum. <https://www.obermeyer-group.com/referenzen/detail/juedisches-krankenhaus-berlin> (Zugriff am 13. 05 2023).
- Penth, Stefanie, Diana Pospich, Friedhelm Göbel, Jochen Herweh, Werner Pude, und Wolfgang Baumann. *Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes*. Berlin: DGUV, 2016.
- Phiri, M. *BIM in healthcare infrastructure. Planning, design and construction*. London, 2016.
- Province of British Columbia. *New hospital, BC Cancer Centre in Surrey moves forward*. kein Datum. <https://news.gov.bc.ca/releases/2022HLTH0156-001048> (Zugriff am 13. 05 23).
- Queen Silvia Children’s Hospital. 2021. [http://cdn.wsp-pb.com/hoqnwr/wsp\\_childrens-hospital\\_2021\\_1dps\\_online.pdf](http://cdn.wsp-pb.com/hoqnwr/wsp_childrens-hospital_2021_1dps_online.pdf) (Zugriff am 18. 10 2023).
- Reimbursement Institute (Hg.). *reimbursement.insitute*. 29. 11 2021. <https://reimbursement.institute/glossar/krankenhaustraeger/> (Zugriff am 09. 10 2023).
- Rendler, Stephanie. *Muster Erläuterungsbericht Vor-/Entwurfsplanung gem. Ril 809*. kein Datum.
- Robinson, Melanie. *BIM and a \$1.72bn hospital project in Canada*. kein Datum. <https://www.bimacademy.global/insights/project-management/dr-melanie-robinson-talks-bim-and-a-1-72bn-hospital-project-in-canada/> (Zugriff am 13. 05 23).
- Roth, Carsten, Uwe Dombrowski, und Norbert Fisch. *Zukunft. Klinik. Bau. - Strategische Planung von Krankenhäusern*. Wiesbaden, Germany: Springer Fachmedien, 2015.
- Royal Adelaide Hospita. 22. 08 2016. <https://www.bimmodel.co/single-post/2016/08/22/delivering-new-royal-adelaide-hospital-with-bim> (Zugriff am 18. 10 2023).
- Ryder Architecture. *Design Team Appointed for the New Whipps Cross Hospital*. kein Datum. <https://www.ryderarchitecture.com/design-team-appointed-for-the-new-whipps-cross-hospital/> (Zugriff am 13. 05 23).
- Ryder Architecture Limited. „Intelligent Hospital Design Principles.“ kein Datum. [https://hoarelea.com/app/uploads/2021/06/Intelligent\\_Hospitals\\_Design\\_Principles.pdf](https://hoarelea.com/app/uploads/2021/06/Intelligent_Hospitals_Design_Principles.pdf) (Zugriff am 13. 05 23).
- Schindler, Johannes. *Interviewgespräch* (2022).
- Schmidt, Andreas. *Mängelbeseitigungskosten. Einbehalt mit Druckzuschlag nicht immer zulässig*. 2016. <https://www.bauingenieur24.de/fachbeitraege/baurecht/maengelbeseitigungskosten-einbehalt-mit-druckzuschlag-nicht-immer-zulaessig/2814.htm> (Zugriff am 01. 11 2023).
- Schneider Bautabellen. 2022. [https://www.beck-shop.de/suche?query=bautabellen+schneider&adword=google&clid=CjwKCAjwp8OpBhAFEiwAG7NaEhRTC2iBMWwUaHSEL0N\\_juHoOA1yC8EAeexbd06g9KeqJy1FzheblxoCqdlQAvD\\_BwE](https://www.beck-shop.de/suche?query=bautabellen+schneider&adword=google&clid=CjwKCAjwp8OpBhAFEiwAG7NaEhRTC2iBMWwUaHSEL0N_juHoOA1yC8EAeexbd06g9KeqJy1FzheblxoCqdlQAvD_BwE) (Zugriff am 20. 10 2023).
- Schönbach, Robin, Katharina Klemt-Albert, Elisabeth Aßmus, und Matthias Bergmann. „Entwicklung des Masterplan BIM für Bundesbauten.“ *Bauingenieur*, 2021, 96, 2021.
- Schönhaar, Lisa. *bw24.de*. 03. Juni 2020. <https://www.bw24.de/stuttgart/stuttgart-21-aktueller-stand-fertigstellung-tiefbahnhof-bahnprojekt-stuttgart-uhl-durchgangsbahnhof-90001931.html> (Zugriff am 06. Oktober 2023).

- Schoof, Menhard. „Personal correspondence.“ 15.03.2023.
- Schulte, Karl-Werner. „link.springer.com.“ *link.springer.com.* 2012.  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-211-69297-4.pdf> (Zugriff am 09. 10. 2023).
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin. 2011.  
<https://www.berlin.de/sen/soziales/service/berliner-sozialrecht/kategorie/ausfuehrungsvorschriften/liste.605228.php> (Zugriff am 02. 11. 2023).
- Shanghai Xinhua . Hospital. <http://zhubo.com/en/news/boutique-zhubo/550.html> (Zugriff am 18. 10. 2023).
- Sieben, Peter. *ingenieur.de*. 21. Oktober 2020. <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/verkehr/ber-flughafen-berlin/> (Zugriff am 6. Oktober 2023).
- Sieckmeyer, Dieter. 12. Januar 2016. [https://www.wz.de/nrw/duesseldorf/uni-prozess-es-geht-um-63-millionen-euro\\_aid-28981509](https://www.wz.de/nrw/duesseldorf/uni-prozess-es-geht-um-63-millionen-euro_aid-28981509) (Zugriff am 06. Oktober 2023).
- Westdeutsche Zeitung. *wz.de*. 18. Dezember 2015. [https://www.wz.de/nrw/duesseldorf/zom-ii-uni-klinik-will-27-millionen-einklagen\\_aid-28981501](https://www.wz.de/nrw/duesseldorf/zom-ii-uni-klinik-will-27-millionen-einklagen_aid-28981501) (Zugriff am 6. Oktober 2023).
- Sielker, F., und P. Allmendinger. „International experiences: Future Cities and BIM“ Cambridge.“ Cambridge, 2018.
- Siemens Schweiz AG. „Intelligente Krankenhäuser für ein intelligentes Gesundheitswesen.“ Whitepaper, Zug, 2018.
- Sommer, Hans. *Projektmanagement im Hochbau. Mit BIM und Lean Management*. 2016.  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=4470911> (Zugriff am 01. 11. 2023).
- Spital Limmattal. 2019. <https://www.spital-limmattal.ch/patienten/ueber-uns/neubauprojekte/akutspital/> (Zugriff am 19. 10. 2023).
- Staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung. 2018. Staatlichen Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg: Dienstanweisung des Finanzministeriums für die Staatliche Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg. DAW (Zugriff am 23. 10. 2023).
- Stamso, Birger. „A strategy for use of BIM during the assets life cycle & case study from the New Østfold Hospital.“  
kein Datum.  
[https://static1.squarespace.com/static/5cd993d1b10f253cf1e619bd/t/5d014bf13567060001a2496a/1560366097028/BirgerStamso\\_HSO\\_BIM\\_Strategy1.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5cd993d1b10f253cf1e619bd/t/5d014bf13567060001a2496a/1560366097028/BirgerStamso_HSO_BIM_Strategy1.pdf) (Zugriff am 13. 05. 23).
- Statista Research Department. *statista.com.* Mai 2022.  
<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/245914/umfrage/kosten-des-flughafens-berlin-brandenburg/> (Zugriff am 23. Oktober 2023).
- Statistisches Bundesamt (Destatis). 2020. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/_inhalt.html).
- Statistisches Bundesamt. 2020.  
[https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Erwerbstaetigkeit/_inhalt.html).
- Statistisches Bundesamt (Destatis). *destatis.de*. 12. 08. 2019. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitspersonal/\\_inhalt.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitspersonal/_inhalt.html) (Zugriff am 09. 10. 2023).
- Statistisches Bundesamt (Destatis). *destatis.de*. 25. 03. 2022a.  
<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Krankenhaeuser/Tabellen/gd-krankenhaeuser-jahre.html> (Zugriff am 09. 10. 2023).
- Statistisches Bundesamt, Zweigstelle Bonn. *gbe-bund.de*. 09. 10. 2023. [https://www.gbe-bund.de/gbe/pkg\\_olap\\_tables.prc\\_set\\_hierlevel?p\\_uid=gastd&p\\_aid=967813&p\\_sprache=D&p\\_hel](https://www.gbe-bund.de/gbe/pkg_olap_tables.prc_set_hierlevel?p_uid=gastd&p_aid=967813&p_sprache=D&p_hel)

- p=2&p\_indnr=522&p\_ansnr=99922180&p\_version=3&p\_dim=D.000&p\_dw=3727&p\_direction=roll up (Zugriff am 09. 10 2023).
- Stirnweiß, Georg. *Erläuterungsbericht Vorentwurf Projekt Graf-zu-Bertheim-Schule*. 30. 10 2018. <https://ris.geocms.com/koethen/ris/download/anlage/id/35108,52> (Zugriff am 01. 11 2023).
- Stockhorst, Hermann, Linus Hofrichter, und Andreas Franke. „Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.“ 2018c. [https://content-select.com/media/moz\\_viewer/5a956df9-1660-44fe-9717-376cb0dd2d03/language:de](https://content-select.com/media/moz_viewer/5a956df9-1660-44fe-9717-376cb0dd2d03/language:de).
- Stockhorst, Hermann, Linus Hofrichter, und Andreas Franke. 2018d. [https://content-select.com/media/moz\\_viewer/5a956df9-1660-44fe-9717-376cb0dd2d03/language:de](https://content-select.com/media/moz_viewer/5a956df9-1660-44fe-9717-376cb0dd2d03/language:de) (Zugriff am 26. 10 2023).
- Stockhorst, Hermann, Linus Hofrichter, und Andreas Franke. 2018a. [https://content-select.com/media/moz\\_viewer/5a956df9-1660-44fe-9717-376cb0dd2d03/language:de](https://content-select.com/media/moz_viewer/5a956df9-1660-44fe-9717-376cb0dd2d03/language:de) (Zugriff am 02. 11 2023).
- Stolpe, Thorsten. „Personal correspondence.“ 11. 03 2023.
- sweco - Robert Koch Gehrden, Hannover. 2023. <https://www.sweco-gmbh.de/showroom/krh-klinikum-robert-koch/> (Zugriff am 16. 10 2023).
- Tabori, Ernst, und Markus Dettenkofer. *Baumaßnahmen und Krankenhaushygiene*. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer Medizin Verlag GmbH & Springer, 2017.
- Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft. 2021. [https://infrastruktur-landwirtschaft.thueringen.de/fileadmin/Bau/Staatlicher\\_Hochbau/RL\\_Bau\\_2021/Ausgabe/211116\\_VV\\_RLBau\\_2021\\_Arbeitsfassung.pdf](https://infrastruktur-landwirtschaft.thueringen.de/fileadmin/Bau/Staatlicher_Hochbau/RL_Bau_2021/Ausgabe/211116_VV_RLBau_2021_Arbeitsfassung.pdf) (Zugriff am 02. 11 2023).
- Tjebane, M.M., I. Musonda , und A. Onososen. „Building Information Modelling Mandates and Government Efforts: A Systematic Review.“ Amman, 2022.
- TVF Fernsehen in Franken Programm GmbH. *Cnopfsche Kinderklinik wird für 90 Millionen Euroausgebaut*. kein Datum. <https://www.frankenfernsehen.tv/mediathek/video/cnopfsche-kinderklinik-wird-fuer-90-millionen-euroausgebaut/> (Zugriff am 13. 05 2023).
- Universitätsklinikum Düsseldorf. *uniklinik-duesseldorf.de*. 2022. <https://www.uniklinik-duesseldorf.de/patienten-besucher/klinikeninstitutezentren/zentrum-fuer-operative-medizin-ii/einrichtungen> (Zugriff am 06. Oktober 2023).
- Universitätsklinikum Düsseldorf. *uniklinik-duesseldorf.de*. 2022. <https://www.uniklinik-duesseldorf.de/patienten-besucher/klinikeninstitutezentren/zentrum-fuer-operative-medizin-ii/ausstattung> (Zugriff am 06. Oktober 2023).
- Unternehmertum Built Environment. *unternehmertum.de*. 14. September 2020. <https://www.unternehmertum.de/themen/fokusthema-built-environment/die-zukunft-des-bauens-eine-branch-e-im-wandel> (Zugriff am 6. Oktober 2023).
- VAMED VSB-BPS. 2021. <https://www.vamed.de/2021/03/25/bauantrag-fuer-neubau-des-hohenloher-krankenhauses-eingereicht/> (Zugriff am 02. 11 2023).
- Vogel, Frank-Robert. *Projektsteuerung öffentlicher Hochbauprojekte. Parametergestütztes Modell der Projektsteuerung mit dem Ziel der Einhaltung des vorgegebenen Budgetrahmens abgeleitet von realisierten öffentlichen Hochbauprojekten*. Kassel: Kassel University Press, 2009.
- vrame Consult GmbH. 2022. <https://www.vrame.com/wie-man-ein-as-built-modell-zuechtet/> (Zugriff am 19. 10 2023).
- Wagner, R., Interview geführt von Sabine Hartmann. *Personal correspondence* (13. 04 2023).

- Wagner, Roger. „Personal correspondence.“ 13. 04 2023.
- Wallroth, Frank. *Prozess- und nutzerorientierte Bedarfsplanung von Krankenhausgebäuden*. Doktorarbeit, De Gruyter Oldenbourg, 2022.
- Weber, K. 24. 07 2017. <https://www.baublatt.ch/bauprojekte/die-welt-blickt-auf-schlieren-16414> (Zugriff am 19. 10 2023).
- WELT. *welt.de*. 11. Januar 2017. [https://www.welt.de/newsticker/dpa\\_nt/afxline/topthemen/hintergruende/article161070500/Etappen-beim-Bau-der-Elbphilharmonie.html](https://www.welt.de/newsticker/dpa_nt/afxline/topthemen/hintergruende/article161070500/Etappen-beim-Bau-der-Elbphilharmonie.html) (Zugriff am 6. Oktober 2023).
- Whipps Cross. Hospital. <https://www.bimacademy.global/work/whipps-cross-hospital/> (Zugriff am 18. 10 2023).
- Wirth, Alex, Alex Wirth, Cornelius Pfisterer, und Andreas Schmidt. *Privates Baurecht praxisnah*. Wiesbaden, 2016.
- Wischer, Robert, und Hans-Ulrich Riethmüller. *Zukunftsoffenes Krankenhaus. Fakten, Leitlinien, Bausteine*. Wien: Springer, 2007.
- Würfele, Frank, Gerd Bielefeld, und Mike Gralla. *Bauobjektüberwachung. Kosten-Qualitäten-Termine-Organisation-Leistungsinhalt-Rechtsgrundlagen-Haftung-Vergütung*. Wiesbaden: Vieweg (Bauwesen), 2007.
- Your Europe. *Regeln für die Vergabe öffentlicher Aufträge in der EU*. 2023.
- Zhubo Design. *Medical Special: "Efficient and Intensive Smart Hospital"-Shanghai Xinhua Hospital Pediatric Complex*. kein Datum. <http://zhubo.com/en/news/boutique-zhubo/550.html> (Zugriff am 13. 05 23).
- Zhubo Design. *Xinhua Hospital*. kein Datum. <http://zhubo.com/en/work/medical-treatment-and-pension/367.html> (Zugriff am 13. 05 23).
- Zutari. *Supporting Kwa-Zulu Natal's hospital revitalization programme*. kein Datum. <https://www.zutari.com/project/dr-pixley-ka-isaka-seme-memorial-hospital/> (Zugriff am 13. 05 23).
- ZWG Ingenieur AG - Zentralklinik Lörrach. 2022. <https://www.zwp.de/de/projekte/kliniken-und-pflegeeinrichtungen/zentralklinikum-loerrach/> (Zugriff am 18. 10 2023).

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Digitalisierungsindex Deutschland 2020 und 2022 .....	8
Abbildung 2	Geplante und aktuelle Kosten von Großbauprojekten in Deutschland .....	10
Abbildung 3	Internationaler Stand der BIM-Implementierung .....	13
Abbildung 4	Logo des ICoM der RWTH Aachen University .....	15
Abbildung 5	Logo der Planungsgruppe VA GmbH.....	16
Abbildung 6	Logo von Heinle Wischer Partnerschaft freier Architekten mbB.....	16
Abbildung 7	Logo der albert.ing GmbH .....	17
Abbildung 8	Logo der IMV Schorn GmbH.....	17
Abbildung 9	Logo des Vinzenzkrankenhauses Hannover.....	18
Abbildung 10	Logo der Medizinischen Hochschule Hannover.....	18
Abbildung 11	Logo der Klinikum Region Hannover GmbH.....	19
Abbildung 12	Logo der Universitätsmedizin Göttingen .....	19
Abbildung 13	Entwicklung der Krankenhausträger in Deutschland von 1991 bis 2020.....	22
Abbildung 14	Lebenszyklusübergreifende Anwendung von BIM auf Basis des digitalen Modells.....	28
Abbildung 15	Zusammenhang zwischen Erstellung der AIA und des BAPs .....	29
Abbildung 16	Organigramm der BIM-spezifischen Rollen im Projektablauf.....	31
Abbildung 17	Methodisches Vorgehen zur Ermittlung des aktuellen Stands der BIM-Anwendung im Krankenhausbau.....	32
Abbildung 18	Identifizierte Schlüsselwörter zur Anwendung im Rahmen der systematischen Literaturanalyse in internationalen Datenbanken.....	35
Abbildung 19	Teil I der systematischen Literaturanalyse – Prozess zur Identifikation von Literaturwerken im Forschungsbereich .....	36
Abbildung 20	Teil II der systematischen Literaturanalyse – Filterprozess zur Identifikation der für den Zweck relevanten Literatur.....	36
Abbildung 21	Teil III der systematischen Literaturanalyse – Entscheidungsprozess zur Berücksichtigung der Literaturwerke in der Studie.....	37
Abbildung 22	Übersicht über Chancen und Herausforderungen der BIM-Anwendung in Planung, Bau und Betrieb von Krankenhäusern.....	44
Abbildung 23	(a) BIM-Ansätze der 20 Krankenhausprojekte. (b) Nutzung von BIM-Ansätzen in Deutschland und international .....	51
Abbildung 24	Vergleich von nationalen und internationalen Krankenhausprojekten unter Berücksichtigung des gewählten BIM-Ansatzes im Zeitverlauf.....	52
Abbildung 25	Korrelation zwischen der Projektgröße und dem gewählten BIM-Ansatz, wobei die blauen Farbtöne den Big-BIM-Ansatz und die orangen Farbtöne den Little-BIM-Ansatz darstellen..	53
Abbildung 26	Methodisches Vorgehen zur Darstellung des konventionellen Planungsprozesses im Krankenhausbau.....	55

---

Abbildung 27	Akteure im Klinikbau .....	56
Abbildung 28	Beispielhafte Inhalte einer abgeschlossenen Entwurfsplanung.....	70
Abbildung 29	Überprüfung der Werk- und Montageplanung .....	74
Abbildung 30	Darstellung der Unterlagen der Objektüberwachung.....	77
Abbildung 31	Rechtsfolgen der werkvertraglichen Abnahme.....	78
Abbildung 32	Ablauf der Verjährungsfristen in LPH 9 .....	80
Abbildung 33	Darstellung des methodischen Vorgehens zur Entwicklung der BIM-Strategie.....	82
Abbildung 34	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 0 Teil 1 .....	147
Abbildung 35	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 0 Teil 2.....	147
Abbildung 36	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 1 und 2 Teil 1 .....	148
Abbildung 37	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 1 und 2 Teil 2.....	148
Abbildung 38	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 3 Teil 1 .....	149
Abbildung 39	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 3 Teil 2.....	149
Abbildung 40	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 4.....	150
Abbildung 41	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 5.....	151
Abbildung 42	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 6.....	152
Abbildung 43	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 7 Teil 1 .....	153
Abbildung 44	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 7 Teil 2.....	153
Abbildung 45	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 8 Teil 1 .....	154
Abbildung 46	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 8 Teil 2.....	154
Abbildung 47	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 8 Teil 3.....	155
Abbildung 48	BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 9.....	156

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Darstellung der Arbeitspakete im Projekt inklusive der zugeordneten Meilensteine .....	20
Tabelle 2	Krankenhausspezifische Vorgaben der Bundesländer Bundesländern.....	24
Tabelle 3	Zusätzliche Regeln der Technik im Krankenhausbau (ApBetrO = Apothekenbetriebsordnung, ArbStättV = Arbeitsstättenverordnung, Abkürzungen: ASR = Technische Regeln für Arbeitsstätten, BGI = Berufsgenossenschaftliche Information für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, DGK = Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V., DGKH = Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene, DGUV = Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, EN= Europäische Norm, ISO = Internationale Organisation für Normung, KRINKO = Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, VDE = Verband der Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik) .....	26
Tabelle 4	Übersicht der relevanten deutschsprachigen Literatur bzgl. BIM im Krankenhausbau.....	37
Tabelle 5	Übersicht der relevanten internationalen Literatur bzgl. BIM im Krankenhausbau.....	39
Tabelle 6	Übersicht über die verwendeten Interviewleitfäden für die Experteninterviews.....	41
Tabelle 7	Übersicht über die Kategorien der Chancen und Herausforderungen im Klinikbau.....	42
Tabelle 8	Übersicht der für die Fallstudie ausgewählten BIM-Krankenhausprojekte .....	46
Tabelle 9	Datenübersicht der deutschen Projekte (1 = Klinikum Wilhelmshaven, 2 = GEH II R.K. Gehrden, 3 = Campus Zentralklinikum Lörrach, 4 = Klinikum Frankfurt Höchst, 5 = Flugfeldklinikum Sindelfingen, 6 = ALB FILS Klinikum am Eichert, 7 = Prosektur Uniklinikum Köln, 8 = Cnopfsche Kinderklinik, 9 = Jüdisches Krankenhaus Berlin, 10 = US Hospital Weilerbach; k. A. = keine Angabe) .....	50
Tabelle 10	Datenübersicht der internationalen Projekte (11 = Aarhus University Hospital in Dänemark, 12 = Sykehuset Østfold Hospital in Norwegen, 13 = Dr Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital in Südafrika, 14 = New Surrey hospital and BC Cancer in Kanada, 15 = Whipps Cross Hospital London in UK, 16 = Queen Silvia Children's Hospital in Schweden, 17 = Royal Adeleide Hospital in Australien, 18 = Mercy Jefferson Hospital in den USA, 19 = Shanghai Xinhua Hospital Pediatric Complex in China, 20 = Spital Limmattal in der Schweiz; k. A. = keine Angabe).....	51
Tabelle 11	Gewählte Kategorien für die Auswertung der Interviews in AP2.....	58
Tabelle 12	Landesbauvorschriften der Bundesländer.....	63
Tabelle 13	Delegierbare Bauherrenaufgaben in der Leistungsphase 0.....	65
Tabelle 14	Zuordnung der BIM-Ziele zu den Lebenszyklusphasen.....	82
Tabelle 15	Zuordnung der BIM-Anwendungsfälle zu den BIM-Zielen .....	84
Tabelle 16	Leitfaden für Interviewpartner mit Erfahrung zur BIM-Anwendung .....	108
Tabelle 17	Leitfaden für Interviewpartner ohne Erfahrung zur BIM-Anwendung .....	110
Tabelle 18	Leitfaden für externe Interviewpartner .....	111
Tabelle 19	Themencluster und Kategorien der Interviewauswertung.....	113
Tabelle 20	Auswertung der Experteninterviews.....	114
Tabelle 21	Datenübersicht der deutschen Referenzprojekte (1 = Klinikum Wilhelmshaven, 2 = GEH II R.K. Gehrden, 3 = Campus Zentralklinikum Lörrach, 4 = Klinikum Frankfurt Höchst, 5 =	

---

	Flugfeldklinikum Sindelfingen, 6 = ALB FILS Klinikum am Eichert, 7 = Prosektur Uniklinikum Köln, 8 = Cnopfsche Kinderklinik, 9 = Jüdisches Krankenhaus Berlin, 10 = US Hospital Weilerbach; k. A. = keine Angabe) ..... 138
Tabelle 22	Datenübersicht der internationalen Referenzprojekte (11 = Aarhus University Hospital in Dänemark, 12 = Sykehuset Østfold Hospital in Norwegen, 13 = Dr Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital in Südafrika, 14 = New Surrey hospital and BC Cancer in Kanada, 15 = Whipps Cross Hospital London in UK, 16 = Queen Silvia Children's Hospital in Schweden, 17 = Royal Adeleide Hospital in Australien, 18 = Mercy Jefferson Hospital in den USA, 19 = Shanghai Xinhua Hospital Pediatric Complex in China, 20 = Spital Limmattal in der Schweiz; k. A. = keine Angabe)..... 139
Tabelle 23	Interviewleitfaden zum Thema konventioneller Planungsprozess im Krankenhausbau ..... 140
Tabelle 24	Auswertung der Interviews zum Thema konventioneller Planungsprozess im Krankenhausbau in Haupt- und Unterkategorien ..... 141

## Anhang A: Interviews Chancen und Herausforderungen

Folglich werden die Fragen aus den drei Interview-Leitfäden tabellarisch dargestellt:

1. Leitfaden für Interviewpartner mit Erfahrung zur BIM-Anwendung (Tabelle 16)  
Der Leitfaden ist in drei Bereiche gegliedert:
  1. Schnittstellenproblematik konventionelle Planung im Krankenhausbau
  2. Stand BIM-Implementierung im Unternehmen
  3. Chancen und Herausforderungen
2. Leitfaden für Interviewpartner ohne Erfahrung zur BIM-Anwendung (Tabelle 17)  
Der Leitfaden ist in drei Bereiche gegliedert:
  1. Schnittstellenproblematik konventionelle Planung im Krankenhausbau
  2. Erwartungshaltung bzgl. BIM
  3. Aktueller Stand der Implementierung
3. Leitfaden für externe Interviewpartner (Tabelle 18)  
Der Leitfaden ist in drei Bereiche gegliedert:
  1. Schnittstellenproblematik konventionelle Planung im Krankenhausbau
  2. Details Unternehmen/ausgewähltes Projekt  
(Hier weichen die Fragen aufgrund des Projektbezugs je Interviewpartner ab)

Im Anschluss ist die Auswertung der Interviews ebenfalls tabellarisch abgebildet. Die Tabelle 19 gibt einen Überblick über die Themencluster und Kategorien der Interviewauswertung. In Tabelle 20 erfolgt die vollständige Auswertung der Interviews

Tabelle 16  
Leitfaden für Interviewpartner mit Erfahrung zur BIM-Anwendung

### 1) Schnittstellenproblematik konventionelle Planung im Krankenhausbau

1.1) Welche zu berücksichtigenden Akteure sind für Sie ausschlaggebend für die Planung und Ausführung im Krankenhausbau?

1.2) Wurde im Rahmen der Planung von Ihren Projekten eine Vorprüfung der Wirkung und der Abläufe von technischen und baulichen Anlagen und Ausstattungen (Technische Due-Diligence-Prüfung) durchgeführt?

Welche Erfahrungen haben Sie dabei gemacht?

Welche positiven Auswirkungen sind bekannt und welche bekannten Fehler konnten vermieden werden?

Falls nicht; ist eine Einführung in Sicht?

1.3) Wie stehen Sie zu einer Vorprüfung der Wirkung und der Abläufe mittels Virtual Reality und ggf. einer Variantenuntersuchung mittels Simulationen? Sehen Sie hier Potential weitere Planungsfehler zu erkennen, welche vielleicht auch in einem 3D-Modell untergehen?

1.4) Folgende Schnittstellenproblematiken sind im Allgemeinen vermehrt aufgetreten:

- Lüftungs- und Leitungsanlagen und mögliche Kollisionen
- Medizintechnik und deren Einbau in Bestandsgebäude - Anpassungsfähigkeit vorhandener technischer Systeme – z.B. elektrotechnische und Lüftungstechnische Anlagen
- Gebäudetechnik und Brandschutz

Würden Sie diese Schnittstellen auch dem Krankenhausbau zuordnen? Gibt es hierfür Beispiele?

1.5) Sind Ihnen weitere häufig auftretende Schnittstellenprobleme bekannt?

Welche Gewerke sind dabei involviert und wie häufig bzw. wann treten diese Kollisionen auf?

Kommt es beim Einbau von medizinischen Geräten häufig zu Problemen, die in der Planung übersehen wurden?

1.6) Konnten Sie die Wiederholung von den oben genannten Fehlern in der konventionellen Planung durch die Anwendung von BIM vermeiden?

1.7) Wie eindeutig sind die Regelwerke hinsichtlich der Abgrenzung einzelner Leistungen (beim Einsatz von BIM) im Klinikbau?

Sind die Leistungsphasen fest definiert oder geschehen weiterhin Planungsfehler aufgrund zu großer Freiheiten in der Auslegung?

1.8) Wie wichtig wäre Ihrer Meinung nach ein BigOpenBIM-Modell, an dem alle Planungsbeteiligten zusammenarbeiten?

Welche Fehler in der Schnittstellenbetrachtung könnten durch ein solches Modell und darauf basierenden Ablaufsimulationen vermieden werden?

1.9) Welche Schnittstellen und Schwierigkeiten sind Ihnen im Facility Management im Klinikbereich bekannt? Können diese mittels eines Digitalen Zwillings (in Verbindung mit CAFM) vereinfacht werden?

## **2) Stand BIM-Implementierung im Unternehmen**

2.1) Angaben zu BIM-spezifischen Projekten (Größe; Form (Neubau, Anbau, Bestandsbau; Zeitraum, Leistungsphasen)

2.1.1) Wie weit ist BIM schon in ihre Arbeitsprozesse integriert (nur Pilotprojekt)? Wo und wie nutzen Sie BIM (Projektphasen; Big open BIM)?

2.1.2) Verwenden Sie BIM ausschließlich in Neubau Projekten oder auch bei Bestandsbauten bzw. Instandhaltungsmaßnahmen?

2.1.3) Planen Sie in Zukunft eine Verwendung eines digitalen Zwillings in Bestandsbauten oder existiert bereits einer (z.B. als Vorteil für das FM)?

2.2) Haben Sie bereits Erfahrungen mit der Erfassung von Bauabfolge und Bauablaufplanung hinsichtlich der Kosten und Termine in die BIM-Datenbank?

## **3) Chancen und Herausforderungen**

3.1) Wie weit war die Akzeptanz von BIM bei Projektbeteiligten fortgeschritten; welche Herausforderungen ergaben sich hieraus und wie hat sich die Akzeptanz im laufenden Projekt entwickelt?

3.2) Wo sehen Sie die größten Chancen, die für eine Anwendung von BIM in den verschiedenen Projektphasen (Planung, Ausführung, Betrieb) sprechen und wo hilft Ihnen die Anwendung von BIM bereits konkret?

3.2.1) Bezogen auf die Planungsphase

3.2.2) Bezogen auf die Ausführungsphase

3.2.3) Bezogen auf die Betriebsphase

3.3) Wo sehen Sie für sich die größten Herausforderungen, bei der Anwendung von BIM in den verschiedenen Projektphasen (Planung, Ausführung, Betrieb) und wo haben Sie selbst bereits konkret welche erlebt bzw. haben sich durch BIM neue Herausforderungen entwickelt?

3.3.1) Bezogen auf die Planungsphase

3.3.2) Bezogen auf die Ausführungsphase

3.3.3) Bezogen auf die Betriebsphase

3.4) Was waren konkrete Herausforderungen, speziell bei der Implementierung von BIM in Ihrem Unternehmen?

Tabelle 17

Leitfaden für Interviewpartner ohne Erfahrung zur BIM-Anwendung

## **1) Schnittstellenproblematik konventionelle Planung im Krankenhausbau**

1.1) Welche zu berücksichtigenden Akteure sind für Sie ausschlaggebend für die Planung und Ausführung im Krankenhausbau?

1.2) Planen Sie im Rahmen der Planung von Ihren Projekten eine Vorprüfung der Wirkung und der Abläufe von technischen und baulichen Anlagen und Ausstattungen (Technische Due-Diligence-Prüfung) einzuführen?

Welche Verbesserungen erwarten Sie mit einer solchen Einführung?

1.3) Wie stehen Sie zu einer Vorprüfung der Wirkung und der Abläufe mittels Virtual Reality und ggf. einer Variantenuntersuchung mittels Simulationen? Sehen Sie hier Potential weitere Planungsfehler zu erkennen, welche vielleicht auch in einem 3D-Modell untergehen?

1.4) Folgende Schnittstellenproblematiken sind im Allgemeinen vermehrt aufgetreten:

- Lüftungs- und Leitungsanlagen und mögliche Kollisionen
- Medizintechnik und deren Einbau in Bestandsgebäude - Anpassungsfähigkeit vorhandener technischer Systeme – z.B. elektrotechnische und Lüftungstechnische Anlagen
- Gebäudetechnik und Brandschutz

Würden Sie diese Schnittstellen auch dem Krankenhausbau zuordnen? Gibt es hierfür Beispiele?

1.5) Sind Ihnen weitere häufig auftretende Schnittstellenprobleme bekannt?

Welche Gewerke sind dabei involviert und wie häufig bzw. wann treten diese Kollisionen auf?

Kommt es beim Einbau von medizinischen Geräten häufig zu Problemen, die in der Planung übersehen wurden?

1.6) Sehen Sie BIM als mögliche Lösung dieser Schnittstellenprobleme an?

1.7) Wie eindeutig sind die Regelwerke hinsichtlich der Abgrenzung einzelner Leistungen im Klinikbau?

Sind die Leistungsphasen fest definiert oder geschehen weiterhin Planungsfehler aufgrund zu großer Freiheiten in der Auslegung?

1.8) Wie wichtig wäre Ihrer Meinung nach ein BigOpenBIM-Modell, an dem alle Planungsbeteiligten zusammenarbeiten?

Welche Fehler in der Schnittstellenbetrachtung könnten durch ein solches Modell und darauf basierenden Ablaufsimulationen vermieden werden?

1.9) Welche Schnittstellen und Schwierigkeiten sind Ihnen im Facility Management im Klinikbereich bekannt? Könnten diese Ihrer Meinung nach mittels eines Digitalen Zwillinges (in Verbindung mit CAFM) vereinfacht werden?

## **2) Erwartungshaltung bzgl. BIM**

2.1) Wo sehen Sie die größten möglichen Chancen bei der Anwendung von BIM in Ihrem Unternehmen in den verschiedenen Projektphasen (Planung Ausführung, Betrieb)?

2.1.1) Bezogen auf die Planungsphase

2.1.2) Bezogen auf die Ausführungsphase

2.1.3) Bezogen auf die Betriebsphase

2.2) Denken Sie, sie könnten die Wiederholung von Fehlern, welche Ihnen in der konventionellen Planung geschehen sind, durch den Einsatz von BIM minimieren und welche wären diese beispielsweise?

2.3) Wo sehen Sie für sich die größten Herausforderungen, bei der Anwendung von BIM in den verschiedenen Projektphasen (Planung, Ausführung, Betrieb)

2.3.1) Bezogen auf die Planungsphase

2.3.2) Bezogen auf die Ausführungsphase

2.3.3) Bezogen auf die Betriebsphase

2.4) Können Sie sich eine Anwendung von BIM im Bestandsbau vorstellen und was sind Ihrer Meinung nach die größten Herausforderungen dabei?

### **3) Aktueller Stand der Implementierung**

3.1) Planen Sie in Zukunft BIM anzuwenden und in welchem Rahmen soll dies geschehen (Neubauten, Bestandsbauten; kompletter Lebenszyklus; zeitliche Zuordnung)?

3.2) Was sind für Sie als Unternehmen die größten Hürden, warum eine Anwendung von BIM bisher nicht stattfand?

Tabelle 18  
Leitfaden für externe Interviewpartner

### **1) Schnittstellenproblematik konventionelle Planung im Krankenhausbau**

1.1) Planen Sie im Rahmen der Planung von Ihren Projekten eine Vorprüfung der Wirkung und der Abläufe von technischen und baulichen Anlagen und Ausstattungen (Technische Due-Diligence-Prüfung) einzuführen?

Welche Verbesserungen sind mit einer solchen Einführung zu erwarten?

1.2) Wie stehen Sie zu einer Plausibilitätsprüfung mittels Virtual Reality? Sehen Sie hier Potential weitere Planungsfehler zu erkennen, welche vielleicht auch in einem 3D-Modell untergehen?

### **2) Details Unternehmen/ausgewähltes Projekt**

2.1) Angaben Unternehmen (Einsatzorte (regional, national, international))

2.2) Angaben zum Projekt (Größe; Form (Neubau, Anbau, Bestandsbau; Zeitraum)

2.2.1) Wo und wie wurde BIM im Projekt angewendet (Projektphasen; Big open BIM)?

2.2.2) Ist die Verwendung eines digitalen Zwillings für den Betrieb/FM geplant?

2.3) Haben Sie bereits Erfahrungen mit der Erfassung von Bauabfolge und Bauablaufplanung hinsichtlich der Kosten und Termine in die BIM-Datenbank?

2.4) Wo sehen Sie die größten Chancen, die für eine Anwendung von BIM in den verschiedenen Projektphasen (Planung, Ausführung, Betrieb) sprechen und wo hilft Ihnen die Anwendung von BIM bereits konkret im Projekt?

2.4.1) Bezogen auf die Planungsphase

2.4.2) Bezogen auf die Ausführungsphase

2.4.3) Bezogen auf die Betriebsphase

2.5) Wo sehen Sie für sich die größten Herausforderungen/Probleme, bei der Anwendung von BIM in den verschiedenen Projektphasen (Planung, Ausführung, Betrieb) und welche haben Sie im konkret im Projekt erlebt?

2.5.1) Bezogen auf die Planungsphase

2.5.2) Bezogen auf die Ausführungsphase

2.5.3) Bezogen auf die Betriebsphase

Projektspezifische Fragen

a) Jüdisches Krankenhaus in Berlin

2.4) Wird auch im Rahmen der Generalsanierung mit BIM geplant und welche besonderen Herausforderungen ergeben sich hieraus?

2.5) Wie erfolgt die Realisierung der Bauabschnitte ohne Beeinträchtigung des Betriebs und inwieweit hilft Ihnen BIM dabei?

b) US Klinikum (Army Corps) Weilerbach

2.4) Wo sehen sie die größten Unterschiede bei der Anwendung von BIM zwischen deutschen und amerikanischen Unternehmen und ergaben sich dabei Schwierigkeiten?

2.5) Inwiefern haben sich deutsche und amerikanische Normen und Anforderungen unterschieden? Half BIM um diese zu kombinieren und beide anzuwenden?

2.6) Wie weit war die Akzeptanz von BIM bei Projektbeteiligten fortgeschritten (auch im Vergleich zwischen amerikanischen und deutschen Projektbeteiligten), welche Herausforderungen ergaben sich hieraus und wie hat sich die Akzeptanz im laufenden Projekt entwickelt?

c) Claraspital

2.4) Wie weit wird BIM im Rahmen vom Gesamtprojekt angewendet (Umbau, Neubau, angrenzender Bestand)?

2.5) Woran liegt es Ihrer Meinung nach, dass die Schweiz mit Blick auf BIM Deutschland voraus ist? Wie stark wird BIM in der Schweiz gefordert und gefördert?

2.6) Laut BIM Facility wurden angrenzende Gebäudeteile digital aufgenommen, was waren hierbei die größten Herausforderungen? In welcher Tiefe wurde das Modell aufgenommen (Geometrien, Leitungen, Gewerke)?

d) Klinikum Frankfurt Höchst

2.4) Inwieweit hilft Ihnen BIM bei der Umsetzung des Gebäudes im Passivhausstandard?

2.5) Wie weit war die Akzeptanz und Erfahrung mit BIM bei allen Projektbeteiligten zu Projektbeginn fortgeschritten und wie hat sich dies im Laufe des Projektes geändert?

Die im Rahmen der Interviewauswertung erfolgten Bildung von Kategorien sind der Tabelle 19 zu entnehmen. Die linke Spalte benennt die Kategorien. Hierbei sind die Themencluster durch Formatierung hervorgehoben und die dazugehörigen Themenbereiche in den folgenden Zeilen nicht hervorgehoben dargestellt. Die Themenübergreifenden Kategorien zu den Chancen sind in den entsprechenden Themen mit einem „#“ dargestellt und farblich unterschieden (blau für Chancen und rot für Herausforderungen)

Tabelle 19  
Themencluster und Kategorien der Interviewauswertung

Themen & Kategorien
<b>Steckbrief Objekt</b>
<b>Organisatorische Abstimmung der Baumaßnahmen</b>
Akteure und Beteiligte
Finanzierung von Baumaßnahmen
Einordnung von Planungsleistungen nach Regelwerken
<b>Identifikation von Problemen</b>
Gewerke und Beteiligte
Hauptschnittstellen und Kollisionen
Stand der Planunterlagen
<b>Anwendungsfälle innerhalb des Bauprojektes</b>
Variantenbetrachtung
Simulationen / VR
Einsatz von BIM
Digitalisierung in der Betriebsphase
Sonstiges
<b>Akzeptanz</b>
Positive Entwicklung
Negative Entwicklung
Keine Veränderung
<b>Stand der BIM-Implementierung</b>
Neubau
Anbau
Bestandsbau
Kosten / Termine
Zeitraum / Leistungsphasen / Anwendungsfälle
Zukünftige geplante Projekte
<b>Chancen</b>
#Effizienz #Entscheidungsfindung #Fehlervermeidung #Kollisionskontrolle #Kommunikation/Transparenz #Kostensicherheit/-reduktion #Plausibilitätsprüfung #Simulationen #Visualisierung/VR/AR #Zeitersparnis

Themen & Kategorien
Planungsphase
Ausführungsphase
Betriebsphase
Chancen zukünftiger Projekte
<b>Herausforderungen</b> #Kosten #Fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen #Mangelndes Fachwissen #Schnittstellenproblematik/Software #Fehlen technischer Ressourcen #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung #Zeitaufwand #Personalmangel #Pflege des Betriebsmodells #Mangelnde Akzeptanz #Zeitaufwand in frühen Planungsphasen #Change-prozess/Änderung Arbeitsweisen
Planungsphase
Ausführungsphase
Betriebsphase
Hürden für bisherige BIM-Implementierung
Herausforderungen Bestandsbau/Unternehmen

Die gesamthafte Auswertung der Interviews ist der Tabelle 20 zu entnehmen. Die Aussagen der Experten sind nach Themen sortiert und in zwei Spalten unterteilt: Die linke Spalte enthält die Aussagen der Experten ohne BIM-Erfahrung und die rechte Spalte jene Aussagen der Experten mit BIM-Erfahrung. Die Experten wurden im Rahmen der Auswertung anonymisiert. Die Namen wurden durch „Interviewpartner“ (IP) ersetzt und mit einer Nummer versehen (z.B. „(IP5)“). Die Nummerierung erfolgte unabhängig von alphabetischer Reihenfolge oder des verwendeten Interviewleitfadens. Die Kategorien zu den Chancen und Herausforderungen sind unter den jeweiligen Aussagen mit einem „#“ aufgeführt und farblich unterschieden (blau für Chancen und rot für Herausforderungen).

Tabelle 20  
Auswertung der Experteninterviews

Auswertung	
Organisatorische Abstimmung der Baumaßnahmen	
Interview OHNE BIM-Erfahrung	Interview MIT BIM-Erfahrung
Akteure und Beteiligte	Akteure und Beteiligte
Direktorium (Geschäftsführung, Pflegedienstleitung, Ärztlicher Direktor) – Vertreten die Belange der Mitarbeiter im Haus Leitungen (Fachbereichsleitung, Chefarzte) – Wissen über die Belange im bspw. OP-Bereich Bescheid. (IP3)	Bauherr: Technische Abteilung/FM je nach Organisationsform in den Kliniken Bauherr und Architekt sprechen sich ab und es wird anschließend auf technische Machbarkeit geprüft. Nutzer: Ärzteschaft, Krankenhauspflegebereiche Unterschiedlich je nach Bereich (Pflegebereich/OP/ITS) Architekt; Tragwerksplaner Technische Fragen werden auf direktem Wege mit der Technischen Seite geklärt (IP1)
Die Bedarfsplanung hat einen sehr hohen Stellenwert, da Prozessabläufe geplant werden müssen – enge Abstimmung mit klinischen Nutzern und sonstigen Bereichen (Definition der Primär-, Sekundär und Tertiärprozesse) Gutachter, Träger öffentlicher Belange usw. Ein Nutzerbeirat vertritt die medizinischen Interessen der Nutzer – Instanz wird bei relevanten Planungsschritten mit eingebunden Die letzte Entscheidung trifft das Präsidium	Über Baumanagement wird zwischen Nutzern und Planern kommuniziert um Anforderungen an die Planer zu übersetzen Nach Abschluss der Planung, Präsentation an die Nutzer und weitere Stellungnahmen Nutzeranforderungen bis Lph.3 (IP2)

Auswertung	
<p>Insbesondere bei Fragen der Patienten in Forschung und Lehre wird der Senat hinzugezogen (IP6)</p>	<p>Klinikum als Bauherr/Betreiber (Neubauabteilung- Schnittstelle zur Geschäftsführung, Aufsichtsrat, Direktorium, Ärzte, Pflege)            Krankenhäuser Daseinsvorsorge (übergeordnet) – Länder (Ministerium für Soziales), kommunale Organisationen (Stadt-/ Gemeinderat). Im Rahmen von Finanzierung und Bedarfs- Zielplanung (KRH: Medizinstrategie 2025: Festlegung von Aufgabenverteilung der Krankenhäuser und Zukunftsprognose) (Landesbettenplanung/            Krankenhausplanungsausschuss)            Krankenhausplanungsausschuss des Landes: Treffen 1x jährlich mit Vertretern der Politik und Krankenkassen sowie andere Gremien, welche festlegen, welche Projekte gefördert werden und wo investiert wird            Landesbettenplanung: Vorgabe wie viele Betten jedes Krankenhaus hat – Anpassung alle paar Jahre und nur die vorgegebene Anzahl an Betten und dazugehörige Kosten werden finanziert            Die Zielplanung auf Landesebene steht über der Zielplanung des jeweiligen Krankenhauses (Unternehmenszielplanung)            Verwaltungsebene: Bauaufsicht; Kommunen; Naturschutzaufsicht, Gewerbeaufsicht, Feuerwehr, Vertreter öffentlicher Belange,            Planer: hier meistens Generalplaner            Gutachter, Projektsteuerer            Ausführende Firmen (Niedersachsen: Beauftragung von Einzelfirmen eher gefördert als Generalunternehmer – Grund: Kosten und Risiko)            Kanzleien auf Bauherrn Seite und AN Seite            Projektsteuerer – Schnittstelle zwischen Planer und Bauherr (IP5)</p>
	<p>Architekten (Gebäudeentwicklung)            Haustechniker            Statiker            Medizintechnikplaner (gemeinsame Zusammenarbeit auf BIM360) (IP4)</p>
Finanzierung von Baumaßnahmen	Finanzierung von Baumaßnahmen
<p>Wirtschaftlichkeitsprüfung (Lohnt es sich überhaupt das Haus aufrecht zu erhalten?) (2/3 der Gelder kommen vom Ministerium, 1/3 müssen selbst erwirtschaftet werden - Prüfung, ob eine Erwirtschaftung möglich ist)            Auch Bestandteil des Förderantrags (ca. Lph.3) – Wird geprüft            Fallabrechnung der Krankenkassen, Notwendigkeit von Geräten, etc. gehört ebenfalls zur Vorprüfung            Der Planer macht sich keine Gedanken um den Betrieb und dass sich die Klinik wirtschaftlich Betrieben lässt. Die Planer sind zudem nicht so tief im Krankenhausbetrieb, dass sie klare Aussagen über die Wirtschaftlichkeit treffen können            Ein Problem bei der Vergabe ist, dass nur der Anschaffungspreis im Mittelpunkt steht und nicht die Wirtschaftlichkeit. Da im Krankenhausbau das Vergaberecht gilt ist dieses Problem immer vorhanden.            Lebenszyklus wird nicht berücksichtigt            Argumentierung mit Lebenszyklus nicht zulässig, da sich Gerätehersteller gegen Aussagen der Leistungen im Lebenszyklus stellen und rechtlich vorgehen, sollten sie die Vergabe nicht erhalten (geringerer Anschaffungspreis zählt also noch), ansonsten kommt es zum Baustopp aufgrund der rechtlichen Schritte – Baufortschritt ist wichtiger als Einsparung in der Beschaffung – Betrieb des Krankenhauses am wichtigsten (IP3)</p>	<p>Das Ziel im Betrieb Mittel einzusparen, steht nicht im Mittelpunkt (im Vergleich zur Investition) (IP1)</p>

Auswertung	
Einordnung von Planungsleistungen nach Regelwerken	Einordnung von Planungsleistungen nach Regelwerken
<p>Wenn jeder Beteiligte seine Leistungen nach HOAI und verschiedenen Normen korrekt erledigt, gäbe es keine Probleme auf der Baustelle</p> <p>Wenn die Beteiligten jedoch ausschließlich gewinnorientiert arbeiten und z.B. eine mangelhafte Planung abgeben, treten eine Menge Probleme auf der Baustelle auf.</p> <p>-&gt; Definition der Regelwerke ist nicht das Problem, sondern die schlechte Umsetzung aufgrund von Halbwissen (IP3)</p>	<p>HOAI: Abrechnungsverordnung hier ist beschrieben welcher Fachplaner für welche Gewerke zuständig ist. Dadurch ist die Zuständigkeit zwischen den Planern geregelt. Dies ist außerhalb der BIM-Welt und ist die Abrechnungsgrundlage</p> <p>Weitere Schnittstellen sind über einen Schnittstellenkatalog zu klären</p> <p>DIN 276 hier werden die Kostengruppen beschrieben und welche Leistungen in diesen zugeordnet sind.</p> <p>In Regelwerken ist nicht beschrieben, wie die Ziele zu erreichen sind (z.B. mit BIM)</p> <p>Wenn sich alle an die Prozesse halten, gibt es keine Probleme. BIM kann hierbei die Planer disziplinieren sich mit diesen Themen zu beschäftigen (IP1)</p>
<p>Es sind dieselben Regelwerke vorzufinden wie in restlichen Bauvorhaben</p> <p>Neu: Zentrale Steuerung mit 5 Phasen, bezieht sich mehr oder weniger nur auf die Bedarfsplanung (Lph. 0)</p> <p>HOAI bildet weiterhin Orientierung</p> <p>Landesbauvorschrift sieht bestimmte Fokussierungen vor, insbesondere bei TGA</p> <p>Regelwerke sind vorhanden und müssen konsequent angewendet werden (IP6)</p>	<p>Ausgeschrieben wird aufgrund der Leistungsphasen der HOAI. In der konventionellen Planung ist der Planungsaufwand geringer gewesen. Bei der Anwendung von BIM ist der Aufwand in den frühen Leistungsphasen höher. Hierbei werden teilweise Leistungen aus der Lph. 5 bereits in der Lph. 3 geleistet. (Erhöhtes übergreifen zwischen den Leistungsphasen)</p> <p>D.h. Vertragliche Absprachen mit Planern müssen angepasst werden. Bei einem Stufenvertrag bspw. müsste ein gewisser prozentualer Satz der Lph. 5 mit nach vorne geholt werden, damit die Planer von BIM überzeugt werden, ansonsten wird die Anstrengung in den frühen Phasen nicht korrekt vergütet und schreckt die Planer ab</p> <p>HOAI nach BIM muss angepasst werden, HOAI der konventionellen Planung nicht vertretbar</p> <p>Es besteht die Möglichkeit einer anderweitig vereinbarten Vergütung neben der HOAI, jedoch wird die HOAI weiterhin als Leitfaden gesehen und verwendet (IP2)</p> <p>Konventionell: Lph sind klar definiert durch die HOAI Durch den Generalplaner gibt es auf Krankenseite keine Schnittstellenprobleme</p> <p>BIM: AHO Heft 11 orientiert sich nach der HOAI und bezieht sich auf die Anwendung von BIM. Dieses wurde auf Seite des Krankenhauses geprüft und notwendige Punkte wurden übernommen (IP5)</p>
	<p>Eigentlich sind alle Schnittstellen klar definiert. Die Planer versuchen allerdings ihre Planungsleistungen umzudefinieren. Hier wird sich auch auf BIM als Grund bezogen (Etwas kann nicht getan werden, da die Arbeit mit BIM viel komplizierter ist), dabei kann eine klare Definition mittels BIM Ablaufplan helfen – Definition von Schnittstellen und klarer Abgrenzung der Leistungen unter den Planern</p> <p>In der Lph. 3 sind beim BIM Modell deutlich mehr Informationen erforderlich, dort wäre die HOAI noch weiter anzupassen (IP4)</p>

**Identifikation von Problemen**

Interview OHNE Erfahrung	Interview MIT Erfahrung
Gewerke und Beteiligte	Gewerke und Beteiligte
<p>Sobald mehr als ein Gewerk in einem Bereich arbeitet gibt es Schnittstellenprobleme</p> <p>Zudem kann ein Problem mangelndes Know-How der Beteiligten sein (IP3)</p>	<p>Brandschutzkonzeptersteller</p> <p>Krankenhaushygiene hat einen starken Einfluss auf die Technik</p> <p>Schnittstellen in den Außenbereich z.B. Landschaft Architekten</p> <p>Erschließungsseite: Versorger (Strom, Wasser, Gas)</p> <p>Kollisionen TGA Gewerke untereinander (IP1)</p>

<b>Auswertung</b>	
Krankenhaushygiene, Arbeitssicherheit, etc. involviert in die Planung (IP6)	Hochbauplanung mit dazugehörigen Fachplanungen (Heizung, Lüftung, Kälte, Sanitär) Medizintechnik als Sondergewerk (Fachplaner) Laborplanung Sekundäre Planungen (Brandschutz, Schallschutz, Bauphysik) Medizintechnik etwas schwierig aufgrund der Zeitspanne zwischen Planung und Ausführung und der technischen Entwicklung der Technik – Planer muss Reserven (z.B. höhere Energiereserven, andere Abmessungen der Geräte) miteinplanen (IP2)
	Die klassischen TGA-Gewerke (IP5)
Hauptschnittstellen und Kollisionen	Hauptschnittstellen und Kollisionen
Medizintechnik und deren Einbau ist ein Problem, aufgrund zu enger Türen – auch hier wäre mit BIM & VR eine Lösung gefunden Medizintechnik durch eigenen Fachplaner miteinbezogen und wird i.d.R. nicht vernachlässigt – Gewerke werden dadurch nicht übersehen / vergessen Durch technischen Fortschritt kann es theoretisch sein, dass es an Großgeräte neue Anforderungen gibt. In der Praxis ist dies noch nicht geschehen – Großgeräte befinden sich im 6-stelligen Bereich und werden daher nicht so häufig ausgetauscht, mind. Abschreibungszeit von 10 Jahren sollte erfüllt werden (IP3)	Lüftungs- und Leitungsanlagen und möglichen Kollisionen Medizintechnik und deren Einbau in Bestandsgebäude - Anpassungsfähigkeit vorhandener technischer Systeme – z.B. elektrotechnische und Lüftungstechnische Anlagen Gebäudetechnik und Brandschutz Lüftungs- und Leitungsanlagen: Bei der Planung finden regelmäßige Kollisionsprüfungen statt auch bei der Durchbruchplanung, bei Abhangdecken. Dies sollte im Krankenhausbau auch stattfinden, da hoher Installationsaufwand Medizintechnik: Die Einbringwege für Medizinische Großgeräte müssen geprüft werden (Größe der Räume, Belastbarkeit der Fußböden) Gebäudetechnik u. Brandschutz: Hier kann es große Probleme geben, da hier viele Schnittstellen sind. Kollisionen gegenüber dem Baukörper (Wände, Decken, Unterzüge und vor allem Abhangdecken, da sie den Möglichen Platz definieren. Bei den Abhangdecken gibt es verschiedene Arten, die sich teilweise stark unterscheiden, deshalb wird am Anfang vom worst case ausgegangen Kollisionen mit medizinischen Geräten (Installationen an den Rohdecken, die mit Leitungen koordiniert werden müssen) Medizintechnik: (Beispiel: Anforderungen der Medizintechnik werden für Räume automatisch übertragen. Dies ist momentan noch nicht anwendbar, da es noch am Anfang ist. Hier liegt allerdings die Zukunft) (IP1)
Alles, was für technisch gerüstete Gebäude gilt, gilt für Kliniken maximiert Eine schwierige Schnittstelle: Medizingerätetechnik und sonstige Technik. Da die Medizintechnik erst spät im Bauablauf beschafft wird kann ist es schwierig die Anforderungen an die Technik im Vorhinein zu definieren. Vorausschauendes denken ist durch den Gesetzgeber eingeschränkt. Dies ändert sich aktuell allerdings. Auch durch aktuelle Ereignisse ändern sich Anforderungen an die Technik (Corona). Der allgemeine technische Fortschritt beeinflusst ebenfalls die Entwicklung und es muss vorausschauend geplant werden. (IP6)	Lüftungs- und Leitungsanlagen und möglichen Kollisionen Medizintechnik und deren Einbau in Bestandsgebäude - Anpassungsfähigkeit vorhandener technischer Systeme – z.B. elektrotechnische und Lüftungstechnische Anlagen Gebäudetechnik und Brandschutz Durch das BIM Modell wird der notwendige Platz und die notwendigen Durchbrüche der Gewerke dargestellt. Dies kann durch eine Kollisionsprüfung verhindert werden MRT – durch die zusätzliche Schirmung in den Räumen wurden Kollisionen mit bspw. Kabeldurchführungen geprüft – Medizin + Elektro + Lüftungsplanung – Um-legung der Planung erforderlich, um Schirmung nicht zu unterbrechen und Anpassung der Leitungs- und Lüftungsführung im Modell möglich Elektrisch betriebene Türen (zusätzlich auch Brandschutztüren) sind ein Schnittstellenproblem, welches durch BIM vereinfacht wird, da die Aufgaben der einzelnen Gewerke hier genau dargestellt sind: Wer bringt was? Bspw. Zuleitung vom Elektriker, Tür vom Hochbau usw. Ohne BIM: Tür wird beim Hochbau ausgeschrieben, aber wer leistet die Zuleitung, wer liefert die interne Verkabelung ins System – Überblick nicht vorhanden und Problem tritt in Lph 8 auf der Baustelle auf und niemand hat es ausgeschrieben. Bei der Umstellung auf ein führerloses Betriebssystem ergeben sich neue Schnittstellen mit dem Krankenhausbetrieb. Diese Schnittstellen werden durch ein Modell simuliert – Wo können die Roboter parken, wie

Auswertung	
	<p>können die Roboter ausweichen, falls ein Bett den Weg kreuzt? Welche Aufzüge benutzen die Roboter? Wie kommen sie in die Zimmer? Aufgrund des Fortschritts in der Medizintechnik kann es auch im späteren Bauablauf Schnittstellen geben, da sich neue Anforderungen ergeben – Kosten neuer Techniken höher als geplante „alte“ Technik (IP2)</p> <p>Lüftungs- und Leitungsanlagen und möglichen Kollisionen Medizintechnik und deren Einbau in Bestandsgebäude - Anpassungsfähigkeit vorhandener technischer Systeme – z.B. elektrotechnische und Lüftungs-technische Anlagen Gebäudetechnik und Brandschutz Ein Beispiel sind Türen (wo sind die Schnittstellen? Wer legt was wohin?) Berechtigungsfrage im Krankenhaus und Brandschutz – Fluchtwege müssen so geführt werden, dass jeder von jedem Punkt des Gebäudes jederzeit gerettet werden können. Zugangsberechtigung hingegen stellt sicher, dass nicht alle überall hinkommen – dementsprechend müssen die Fluchtwege mit Bedacht geplant werden, um die abgesperrten Bereiche zu umgehen Komplexe Türen: Zugangsberechtigung in die eine Richtung, Fluchtweg in die andere, Brandmeldeanlage inbegriffen usw. Brandschutz (hier sind Türen oft eine Schnittstelle, Brandschutz gegenüber Fluchtwegen) Die ältere bauliche Substanz, die damals nach dem Stand der Technik gebaut wurde, ist heutzutage oft nicht mehr aktuell (z.B. beim Brandschutz) Umbau im Bestand muss nach aktueller Brandschutzverordnung erfolgen – Umsetzung schwierig – Alternative Krankenhaus schließen ist nicht sinnvoll, daher Anpassung der Vorschriften mittels anderer Maßnahmen, wie verschärfte Kontrollen bspw. Mehr Brandmelder beieinander, Löschanlage, etc. Bett aus 2022 zu breit für Türen aus 1962 – immer größeres Mobiliar führt zu weiteren Schnittstellen Medizintechnik eher selten Probleme, da die Planung und die Vertragsbedingungen so strikt sind, dass hier drauf geachtet wird. Geräte werden mit der Zeit immer kleiner und unkomplizierter und verwenden weniger Strom. Dafür werden Elektro- und Lüftungsanlagen immer größer Alte Grundrisse sind auf 6er Zimmer mit Waschnische ausgelegt und nicht auf heutige Anforderungen mit 2er Zimmer und eigenem Bad (IP5)</p>
	<p>Lüftungs- und Leitungsanlagen und möglichen Kollisionen Medizintechnik und deren Einbau in Bestandsgebäude - Anpassungsfähigkeit vorhandener technischer Systeme – z.B. elektrotechnische und Lüftungstechnische Anlagen Gebäudetechnik und Brandschutz Ein Krankenhaus ist hoch technologisiert wodurch eine genaue Anwendung noch wichtiger sind Planungskoordination: Es gibt Schwierigkeiten das Architekturmodell mit dem Tragwerksmodell abzugleichen (IP4)</p>
	Stand der Planunterlagen
<p>Vorhanden sind veraltete Unterlagen - hier ist fachkundiges Personal, welches sich mit der Technik im Haus auskennt, sehr wichtig. Teilweise sind Unterlagen auch nicht vorhanden Das Problem bei Planunterlagen liegen die Leitungen oft auf einer Stelle, hier hilft aber auch kein 3D-Modell. Kommunikation ist hier wichtig, um gemeinsam eine Ausführungsplanung zu erstellen. Das Problem im Baubetrieb sind unkoordinierte Planstände. (IP3)</p>	<p>In bestehenden Gebäuden sind Planunterlagen und Revisionsunterlagen notwendig. Hierbei sind diese häufig gar nicht oder schlecht vorhanden und diese sind nicht auf dem aktuellen Stand. Dies kann sich durch einen digitalen Zwilling ändern (IP1)</p>

<b>Auswertung</b>	
<p>Aktuell ist das größte Problem passende Planunterlagen, um ein FM und den technischen Betrieb zu planen – Fehlende Bestandsunterlagen Es wäre wünschenswert, wenn die Planunterlagen vollständig sind und mehr Daten zur Verfügung stehen (Optimierung) (IP6)</p>	<p>Probleme sind fehlende Dokumentation, fehlende Planunterlagen, andere/fehlerhafte Ausführung (IP5)</p>
	<p>Es gibt ein Modell in dem mit BIM360 gearbeitet wird, hier kann es durch die 3D-Darstellung dazu kommen, dass es weniger Kollisionen gibt (z.B. Höhenunterschiede, Abhangdecken, Abgrenzung TGA-Leitungen) (IP4)</p>
<b>Anwendungsfälle innerhalb des Bauprojektes</b>	
<b>Interview OHNE Erfahrung</b>	<b>Interview MIT Erfahrung</b>
<b>Variantenbetrachtung</b>	Variantenbetrachtung
<p>Prüfung zum Förderantrag, der im Ministerium gestellt wird – Erstellung eines Betriebs- &amp; Organisationshandbuch zur Darstellung wie Prozesse &amp; Abteilungen funktionieren sollen Technische Due Diligence – Welche Geräte werden benötigt, um überhaupt richtig arbeiten zu können? (IP3)</p>	<p>Im Rahmen der technischen Konzeptionen werden Varianten betrachtet (z. B. Investitionskostenvergleiche) Auch anhand von Erfahrungswerten aus ehemaligen Krankenhausprojekten Variantenbetrachtung teilweise vom Bauherrn gefordert; Vertraglich ist eine Variantenbetrachtung laut HOAI als Grundleistung vorgesehen je nach Tiefe kann es auch eine zusätzliche Vergütung sein In der Regel gekoppelt über die Investition, diese ist in der Regel maßgebend (IP1)</p>
<p>Die funktionalen Einflüsse stehen im Mittelpunkt hierbei wird im Rahmen der Bedarfsplanung die wirtschaftlichste Alternative gewählt - Variantenbetrachtung Erwartung: erhöhter Grad an Kosten- und Termsicherheit, schnellere Inbetriebnahme Optimalere Flächennutzung durch Software der Firma Recotech Variantenbetrachtung im Rahmen der Landesbauverordnung gefordert Planung der Wege zwischen den Bereichen so effizient wie möglich mittels Variantenuntersuchung (IP6)</p>	<p>Es gibt Probleme aktueller Plangegegenstände, da sich die Planstände teilweise unterscheiden. Hier sind die Pläne bereits digitalisiert und in 3D Modelle digitalisiert - es gibt allerdings noch kein BIM-Modell Betriebstechnik weiterhin nur in alten 2D Plänen verfügbar (IP2)</p>
	<p>Varianten werden durch die verschiedenen Beauftragten geprüft (Hygiene, Arbeitssicherheit, Brandschutz) Prüfung ebenfalls durch das Gesundheitsamt und durch das Land (Feuerwehr, Brandschutzbeauftragte der Region, etc.) Alle funktionalen Ausarbeitungen der Planer werden geprüft Der allgemein anerkannte Stand der Technik wird geprüft. Zudem gibt es eigene Bauliche Standards, die an die Planer weitergegeben werden (IP5)</p>
	<p>Es kann sein, dass sowas im Rahmen von Entwurfsmodellen erstellt wurde Technische Due-Diligence-Prüfung eher auf klassischem Wege und nicht mit BIM Einführung liegt in langfristiger Zukunft (IP4)</p>
<b>Simulationen / VR</b>	<b>Simulationen / VR</b>
<p>Erwartung: VR ist möglich, zur Veranschaulichung für Nutzer (Prüfung der technischen Geräte z.B. durch den Chefarzt) (Bspw. Sauerstoffanschluss o. Ä. technische Geräte)</p>	<p>In der Energetischen Betrachtung wird bereits simuliert (hier werden auch dynamische Prozesse dargestellt) Dies ist allerdings im kleinen Rahmen vorhanden und eher in frühen Phasen der Planung</p>

Auswertung	
<p>Effizient vor allem in allen Eingriffsräumen, aber auch bei anderen Räumen wie Schwesterndienstplätzen oder Anordnung in einem „Unrein“-Raum Dies kann z.B. auch bei Instandhaltungsarbeiten helfen (komme ich mit meinem Bett noch durch einen bestimmten Bereich durch) Im Krankenhausbau gibt es Nutzer, welche 2D-Pläne das erste Mal sehen hier kann ein 3D-Modell und virtuelles Modell zur Veranschaulichung helfen (IP3)</p> <p>Bedarfsplanung: es ist beabsichtigt Simulationen für die verschiedenen Varianten durchzuführen, um diese zu prüfen. 3D-Modell mit VR: ein 3D-Modell ist nicht für jeden geeignet, Vorstellungskraft der bspw. Ärzte nicht ausreichend, um sich mittels VR richtig einzufinden – daher lieber ein echtes MockUp (Musterraum) (IP6)</p>	<p>Entrauchungs- und Fluchtszenarien gibt es bereits. Dies kann bei einer passenden Dimensionierung helfen Helfen kann es bei der Klimatisierung, um die Wirtschaftlichkeit bestimmter Architektonischer Geometrien zu prüfen (Eingangshalle). Dies ist allerdings auch immer eine Frage der Kosten, ob dies vom Bauherrn gewünscht ist (IP1)</p> <p>Vorprüfung wird durchgeführt, vor allem bei Technischen Anlagen/Medizintechnik z.B. durch Simulation der Einbringwege für Medizinische Großgeräte (MRT) – mittels BIM Modell – Problemstellen wurden sichtbar und konnten in der Planung verbessert werden Simulation zur Abfangung der Strahlung des MRT für einen störungsfreien Betrieb Brandschutzkonzept noch nicht simuliert, weil Ausschreibung 2017 erfolgte und BIM noch nicht so weit war – Erst in Gesprächen mit Planern wurde die Möglichkeit in Betracht gezogen und angefragt (Nachbeauftragung bei Hochbauplanung, HLS, Elektro &amp; Laborbau – Brandschutz und Wärmeschutz nicht nachbeauftragt, da noch nicht so weit) Vorprüfung bisher nur im BIM Modell, noch nicht in VR Die Nutzung von VR ist geplant z.B. zur Darstellung des Patientenverkehrs Dem Nutzer wurde anhand VR ein Beispielraum gezeigt durch einen VR Rundgang konnte ein Musterraum gespart werden und technische Details geklärt werden (keine notwendige Abhangdecke und dadurch Kostenersparnis) in Lph 3 – Klärung weiterer Fragen (wie z.B. die Notwendigkeit einer abgehängten Decke) mittels Durchgangs – Einsparung Kosten aufgrund der Überzeugung des Nutzers, dass keine abgehängte Decke notwendig ist Finanzierung eigenständig als Betreiber – nach Abschluss erneute Vorstellung beim Land, um geteilte Kostenübernahme zu erlangen VR hat sich im Pilot Projekt sehr bewährt (Modell war schon da, es erfolgte lediglich eine Oberflächendarstellung für den Nutzer – Aufwand neben Musterraumerstellung minimal und kostengünstiger, da hier Handmuster ausreichen) Simulationen von Kollisionen mit Krankenhausbetrieb möglich (IP2)</p>
	<p>Simulationen (bspw. Heiz- und Kühlzyklen) sind recht aufwendig und Kosten dementsprechend. Dafür wurden die Simulationen dann eher mit konventionellen Softwares und nicht mittels Simulation im BIM Modell durchgeführt (IP5)</p>
	<p>Ein VR Modell kann aus persönlicher Erfahrung helfen ein Projekt zu bearbeiten (Beispiel klarerer Eindruck von Dimensionen/Geometrien von Gebäuden/ Es kann erkannt werden, dass eine Blickbeziehung nicht passt) Software Enscape wird bereits zur Qualitätsprüfung von Revit-Modellen genutzt (virtuelles Durchlaufen des Modells) – Kollisionen werden sichtbar (IP4)</p>
Einsatz von BIM	Einsatz von BIM
<p>Je nach Fachplaner wird teilweise schon in 3D-Modellen gearbeitet (z.B. TGA-Planer) Im Brandschutz wird noch in 2D geplant, allerdings kann es auch hier nur hilfreich sein. Ein BIM-Modell kann bei einer geordneten Kommunikation hilfreich sein. Ja, BIM ist eine mögliche Lösung von Schnittstellenproblemen.</p>	<p>BIM kann hier hilfreich sein, damit die Informationen alle zentral im Modell sind und Probleme direkt gesehen werden. Dies kann auch in Verbindung mit der Kostenermittlung hilfreich sein (Bsp. Brandschott an Lüftungsleitungen) BIM kann hierbei helfen Informationen früher zur Verfügung zu stellen TGA arbeitet schon sehr lange mit 3D-Modellen.</p>

Auswertung	
<p>Ein BIM Modell kann nur zielführend sein. Dies liegt allerdings noch in der Zukunft, da die Honorare noch nicht eindeutig festgelegt sind und sich Beteiligte teil-weise dagegen sträuben. Hier gibt es allerdings auch noch die Frage der Finanzierung (IP3)</p>	<p>Es wird geschaut, dass möglichst viele Informationen in das Modell übernommen werden Die Konstruktiven Fehler werden weniger, da der Datenaustausch und der Austausch mit den Firmen einfacher wird (bei Verwendung gleicher Software) Massen- Kostenermittlung wird einfacher/schneller. Beispiel: BIM-Projekt deutsche Messe (Zu Beginn Parallelplanung 3D und 2D, nach wenigen Wochen nur noch 3D) Die Digitalisierung muss zunehmen wichtig ist OpenBIM, um den Markt offen zu halten Vorteile bestehen darin, wenn alle Beteiligten in einem Modell arbeiten (TGA, Hochbau, Tragwerksplanung). Dies muss nicht online sein, sondern kann auch in einem sehr engen Datenaustausch stattfinden. Im Model werden Rahmen Parameter festgelegt, damit diese im Gebäudebetrieb genutzt werden können (IP1)</p>
<p>Ja, unter der Voraussetzung, dass Kollisionsregeln detailliert und projektbezogen definiert werden. (BIM Abwicklungsplan / - Strategie) Im Sinne von Nachnutzungskonzepten ist es sinnvoll z.B. Pufferschächte einzusetzen BIM ist nur sinnvoll, wenn es konsequent angewendet wird. Ziel ist ein as built-Modell (Digitaler Zwilling) – Vertragliche Situation und Instrumente anpassen, um das Modell anzupassen Wichtig, um Datenverluste zu verhindern und einen Gleichschritt der Planung zu Gewährleisten Ein closed Modell würde den Kreis der Planer eingrenzen und man beschränkt sich dadurch selbst. Zudem ist dies im Rahmen des Vergaberechtes nicht möglich (IP6)</p>	<p>Im nächsten Projekt wurde BIM schon mit ausgeschrieben und BIM soll als Planungsgrundlage genutzt werden Durch das BIM Modell wird der notwendige Platz und die notwendigen Durchbrüche der Gewerke dargestellt. Dies kann durch eine Kollisionsprüfung verhindert werden Die Aktualisierung des Modells war 2-wöchentlich, da es die Erfahrung gab das es bei engeren Zyklen zu vermehrten Kollisionen kommt, da die Planer Ihre entsprechende Planung noch nicht fertiggestellt hatten – Just in Time Reaktion möglich, aber Kollisionen durchlaufende Planungen wurden vermieden Das wird alles mittels BIM abgewickelt und die Frage: wer bringt was und wurde alles ausgeschrieben ist in Lph 3 geklärt. Programmierung: Weg wird mittels BIM Modell vorgegeben – Feste Fahrstrecken OpenBIM im 2-Wochen Takt – Zusammenführung &amp; anschließende Kollisionsprüfung Theoretisch ist Arbeiten in einem closedBIM-Modell grundsätzlich einfacher, durch verschiedene Planer mit verschiedenen Softwares ist dies aber nicht möglich. OpenBIM: Der Austausch über IFC-Dateien ist teilweise noch fehlerhaft. Hierbei werden Ebenen teilweise nicht richtig dargestellt, da sich bspw. die eine Software auf die Höhe RFB und die andere auf die Höhe FFB bezieht – Verschiebung mit berücksichtigen beim Einfügen verschiedener Modelle -&gt; Bei dem Austausch mittels IFC besteht weiter Nachholbedarf Es entstehen Kollisionen, wo keine sind, da die Ebenen nicht übereinstimmen Ist wird vorgesehen, dass das Revit-Modell bei späteren Arbeiten im Bestand genutzt werden kann. (IP2)</p>
	<p>Die verschiedenen Anwendungsfälle von BIM sind auch immer eine Kostenfrage. Die Simulation wurde hierbei in der Beauftragung ausgelassen BIM wird für Variantenprüfungen, Visualisierungen und Designvorschlägen verwendet – Mischung aus BIM &amp; VR Bei Corona hat BIM insgesamt geholfen, um im Modell unterwegs zu sein und Dinge zu besprechen, allerdings konnte man sich aufgrund von Corona nicht treffen, um das Klinikum durch VR anzusehen. Schwerpunktmäßig gerade erst in Lph 5 unterwegs Zurzeit ist man noch im Pilotprojekt und hatte zu wenig Erfahrung und ist langsam im Verlaufe des Pilotprojektes in BIM hereingewachsen, um die Wiederholung konventioneller Fehler durch BIM auszuschließen. Brandschutzkonzept nicht in BIM modelliert, da der Stand noch nicht so weit ist BigOpenBIM ist wichtig für den Sinn von BIM Ziel ist es eine Referenz (BIM-Modell) zu haben zusammen mit einer modernen Datenverwaltung Die Frage ist wie lange sind die Formate (z.B. IFC) in Zukunft nutzbar oder sind diese später veraltet</p>

Auswertung	
	(IP5)  Eine Darstellung der Trassenbildung im LOD100 und die Einhaltung der Trassenführung würde sehr hilfreich sein. Dies wird zurzeit allerdings nicht umgesetzt (Haustechnik) Es gibt ein Modell in dem mit BIM360 gearbeitet wird, hier kann es durch die 3D-Darstellung dazu kommen, dass es weniger Kollisionen gibt (z.B. Höhenunterschiede, Abhangdecken, Abgrenzung TGA-Leitungen) BigOpenBIM: eine Abstimmung zwischen den Planern ist sehr wichtig, da ohne Abstimmung bzw. arbeiten in einem Projekt Fehler passieren (nicht zueinander passende Pläne) Koordinationsfehler, Arbeiten mit veralteten Planständen können so verhindert werden Die früher Phasen laufen noch relativ konventionell (IP4)
<p>Digitalisierung in der Betriebsphase</p> <p>Der digitale Zwilling kann sehr hilfreich sein, allerdings benötigt dieser immer eine Person, welche diesen betreut und auch aktualisiert. -&gt; Schwierigkeit: Finanzierung des Personals für den Digitalen Zwilling Schnittstellen im FM können damit verbessert werden In NovaFM (Programm der HSD Bremen) werden alle notwendigen Unterlagen übernommen. Ein digitaler Zwilling ist hierbei allerdings nicht vorhanden. <a href="https://www.haendschke.de/hsd-nova-cafm-krankenhaus-instandhaltungsmanagement-software/">https://www.haendschke.de/hsd-nova-cafm-krankenhaus-instandhaltungsmanagement-software/</a> Je digitaler, desto einfacher, jedoch auch mit der Verpflichtung das Modell fortgehend weiterzuführen. (IP3)</p> <p>Zukunftsfähig bleiben: weitere Nutzung mit neuen anderen Partnern später im Bestand, daher offene Plattform von Vorteil Das Ziel ist eine Anwendung über den über den gesamten Lebenszyklus Wesentlicher Vorteil: Komponenten in der Technik sind bekannt und erleichtern die Wartung (welche Komponenten werden genau benötigt und wo sind diese genau zu finden) (CAFM Software erleichtert dies) Modell / Digitaler Zwilling muss gepflegt werden (IP6)</p>	<p>Digitalisierung in der Betriebsphase</p> <p>Im Betrieb sind die Informationen aus einem BIM-Modell hilfreich, insbesondere bei zu wartenden Bauteilen Welche Detailtiefe ist vom Bauherrn gewünscht, um das Modell im Betrieb nutzen zu können? Eine einfachere Ortung von Leitungen ist für das FM möglich und wäre sinnvoll (bspw. durch den Einsatz von BIM-Modellen und VR) Der FM Bereich ist häufig schlecht besetzt und wird häufig outgesourced Umbauten sorgen auch außerhalb des umgebauten Bereichs für Störungen des klinischen Dienstes. (IP1)</p> <p>Wichtig für Betreiber: Daten, die hinten rauskommen – Neben Einsparung Musterraum &amp; Musterfassade, am Ende auch FM mit BIM Übernahme in CAFM möglich und anwendbar -&gt; MEHRWERT BIM Modell über den gesamten Lebenszyklus geplant – als Revit Modell dargestellt für Bestandsbau von den Planern am Ende ausgehändigt Das Ziel des BIM-Modells ist einen aktuellen Stand des Bestandes zu besitzen (gleiche Grundlagen) und alle Informationen zentral in einem Modell zu finden sind. Dieses Modell wird dabei immer aktualisiert Spezifische Anlagen PDF's im Modell enthalten Ausschreibungen von bspw. Reinigungsarbeiten mittels Digitalen Zwillings vereinfachen Eine einfachere Dokumentation der Wartung durch Digitalen Zwilling, richtige Unterlagen sind direkt parat und müssen nicht rausgesucht werden. (IP2)</p> <p>As-built Modell wird zurzeit angestrebt (LOD300 auch aufgrund der fehlenden Finanzierung) Das Ziel ist es BIM auch im Betrieb anzuwenden. Modell Handy kompatibel verarbeiten – bessere Übersicht auf der Baustelle und einfachere Überprüfung und Veränderung auf der Baustelle (IP5)</p> <p>Berührungspunkte mit FM sind, dass der Fortschritt mit CAFM noch nicht so weit ist. Hierbei ist fraglich, ob es sinnvoll ist, dass alle haustechnischen Informationen vorhanden sind oder nur die Daten für zu wartende Geräte notwendig sind. Sinnvoll/Hilfreich kann es sein, sodass man bei einer Fehlermeldung eines Gerätes diese direkt verorten kann (IP4)</p>

Auswertung	
Sonstiges	Sonstiges
Lieber ein echtes MockUp (Musterraum) (IP6)	Musterräume generell üblich im Krankenhausbau, da die Vorstellungskraft der Nutzer nicht ausreicht. In Lph 3, danach keine Änderungen durch Nutzer, um Mehrkosten zu vermeiden (IP2)
<b>Akzeptanz</b>	
Interview OHNE Erfahrung	Interview MIT Erfahrung (3.1)
a. Positiv	a. Positive Entwicklung
	Unternehmen haben anfangs keinen Mehrwert in BIM für sich gesehen (IP4) Unternehmen haben Einstellung durch sichtbare Erfolge geändert (IP4)
	Akzeptanz von Planungsbeteiligten mit Hintergrundwissen (zu BIM?) weit fortgeschritten (IP2)
	UMG: Aufgeschlossen & Technikaffin – Kollegen von Vorteilen überzeugen – Beteiligung an BIM Manager Fortbildung – Transparenz erstellen und dem Betrieb nahelegen (z.B. In Form von Präsentationen) – Vor allem der Betrieb freut sich auf BIM, da sie sich eine Arbeiterleichterung durch BIM versprechen - Rückmeldung der Abteilung: positiv (IP2)
	Nutzer & Planer zufrieden mit BIM & vor allem VR (IP2)
	Planungsbesprechungen mittels des Modells übersichtlicher, schneller, verständlicher -> Zeiteinsparung (IP2)
	Akzeptanz steigt, Interesse ebenso (IP1)
	Innerhalb des Projektes steigende Akzeptanz (IP1)
	Die Implementierung von BIM wird eher als Chance und nicht als Herausforderung gesehen (Eigentlich Antwort auf 3.4) (IP1)
	im Unternehmen selbst sehr offen gegenüber Digitalisierungsansätzen generell – Optimierung in Abläufen und damit verbundene wirtschaftliche Gewinne (IP5)
	Anfangs Enthusiasmus (IP7)
	Gute Akzeptanz (IP9)
b. Negativ	b. Negative Entwicklung
Architektenbüro war nicht gerade BIM-begeistert (IP3)	Durch die negative Einstellung fehlte der Wille BIM vollständig anzuwenden, wodurch die Meinung sich verfestigte, da die Vorteile ausblieben (IP4)
Projektsteuerer extern – Interesse nicht so groß (IP3)	Planungsbeteiligte ohne Hintergrundwissen sind eher zurückhaltend, Aufwand noch unklar, daher zögerlich (IP2)
	Bautechnik / Gebäudemanagement etwas skeptischer (Lohn es sich überhaupt? „es funktioniert ja auch so“) – Benefit erst in Jahren zu sehen (zurzeit noch mühevoller, lange Prozesse), daher noch die Skepsis, aber keine Ablehnung. (IP5)
	Widerstand: es geht auch ohne (IP5)
	Anfänglicher Enthusiasmus wurde im Projektverlauf durch die Komplexität durch Ernüchterung abgelöst (IP7)

<b>Auswertung</b>	
c. Neutral	c. Neutral
	Unternehmen hatten noch keine Erfahrungen mit BIM (IP4)
<b>Stand der BIM-Implementierung</b>	
<b>Interview OHNE Erfahrung</b>	<b>Interview MIT Erfahrung</b>
	a. Neubau (2.1.2)
	Hauptsächlich im Neubau, weil die Integration von BIM im Bestand mit deutlichem Mehraufwand verbunden ist, da das Gebäude komplett aufgenommen werden muss und ein digitaler Zwilling im Nachhinein erstellt werden muss (IP4)
	Pilot-Projekt: Lph. 8 (Forschungsneubau) Zu 40% mit der Ausführung fertig 01.01.2017 Start in Lph.1. Die weiteren Lph. Folgen in regelmäßigen Abständen. 4 Vollgeschosse BGF 1700m <sup>2</sup> 30x60m Grundriss Kompletter Neubau auf einer Fläche auf der vorher ein altes Gebäude zurückgebaut wurde Fertigstellung 18.10.22 geplant; 31.12.22 Einzugspflicht, sonst Verlust der Fördergelder (Nur 5 Jahre Projektlaufzeit möglich, da von Bund und Land gefördert) Aufgrund von Coronarestriktionen gab es Personalengpässe und Lieferverzögerungen Kampfmitteluntersuchung & Corona hat Verzögerungen gebracht -> Baustopp & Keine Verlängerung der Projektlaufzeit. 2 Tage vor Bauanfang kam die Ankündigung vom Kampfmittelbeseitigungsdienst, dass im Umkreis von 1km um medizinischen Einrichtungen keine Sondierung gefahren werden darf wegen Evakuierung während der Corona-Pandemie etc.: Das Projekt musste erstmal stoppen und Projektzeitlauf durfte nicht verlängert werden. Änderung von Brandschutz Technik -> Produkte nicht mehr so zur Verfügung wie geplant -> Kein Problem im BIM, aber später im Bauablauf, da sich die Abmessungen verändert haben (IP2)
	LP 1-7 (Deutsche Messe), Modellaustausch, Kollisionsplanung, etc. Parametrierung der Bauteile (auf Wunsch des Bauherrn), Pflichtenhefte (Alles was einzuhalten ist) Schwimmbäder – Grad der BIM-Nachfrage höher als im Klinikbereich (über alle Leistungsphasen). Durch höhere Anforderungen an die Gestaltung Neubau Klinik mit Anbindung an Bestandsgebäude geringer BIM-Einsatz Europapark – BIM Tiefe ist bei Projekten unterschiedlich (bezogen auf Pflichtenhefte; was soll für den Bauherren rauskommen, z.B. Tragwerksplaner machen das Modell in BIM die Bewehrungspläne allerdings nicht) Deutsche Messe Schnittstelle mittels Excel Schnittstelle / CSV Datei Seit den letzten 5 Jahren in BIM Planung aktiv, aktuell keine direkte Zunahme; ein bestimmter Prozentsatz wird mit der BIM-Methodik bearbeitet (IP1)
	1. Projekt: Klinikbau Neubau & Anbau in einem 1. Bauabschnitt Ersatzbau 1/3 des Projekts 40 Mio € 2. Bauabschnitt Neubau 2/3 des Projekts 195 Mio € (1. Bauabschnitt ohne BIM, 2. mit BIM (Bestand wird nicht digitalisiert) Hier besteht allerdings noch die Überlegung den 1.BA zu digitalisieren, da es hier aktuelle Planstände gibt) (IP5)
	2. Projekt: Klinikbau

Auswertung	
	Dauer ca. 7 Jahre, Start Beauftragung (Juristen, Generalplaner, etc.) 2022 (IP5)
	-> Digitale Erfassung nur von Neubauten (IP5)
	Nur Neubau (IP7)
	Nur Neubau (IP9)
	b. Anbau (2.1.2)
	Neubau & Anbau in einem 1. Bauabschnitt Ersatzbau 1/3 des Projekts 40 Mio € 2. Bauabschnitt Neubau 2/3 des Projekts 195 Mio € (1. Bauabschnitt ohne BIM, 2. mit BIM (Bestand wird nicht digitalisiert) Hier besteht allerdings noch die Überlegung den 1.BA zu digitalisieren, da es hier aktuelle Planstände gibt) (IP5)
	3. Projekt: Anbau Anbau im Bestand kleinvolumig (durch Verhältnis Neubau/Bestand und viele Eingriffe im Bestand), daher keine Digitalisierung (IP5)
	c. Bestandsbau (2.1.2)
	Momentan nur bei Neubauten, da noch kein Gebäude in BIM modelliert ist – Teilweise 3D Modelle, aber nicht genügend Informationen für BIM (IP2)
	Gegen Aufrüstung der Bestandsunterlagen -> zu viel Aufwand (IP2)
	Kosten & Nutzen stehen nicht im Verhältnis bei Bestandsbauten (IP2)
	Keine Instandhaltungsmaßnahmen (da kein Leistungsbild) Keine Bestandsbauten bekannt; eher das Gegenteil, dass die Anwendung von BIM abgelehnt wurde Immer Neubauprojekte! (IP1)
	Nur Neubau und darauffolgende Umbaumaßnahmen (IP5)
	Wahrscheinlich auch mit BIM (IP8)
	BIM-Frame-Consult: Aufnahme Bestand (IP8)
	Bestandsteilbereiche vorab durch 3D-Scanner aufgenommen (mit Punktwolken) (IP10)
	nachmodelliert (vor allem in Umbaubereichen)) (IP10)
	Problematisch Aufnahme von Leitungen (Zuweisung zu Gewerken) (IP10)
	nur in Räumen, wo es möglich (Betrieb war), nur in sichtbaren Bereichen (IP10)
	d. Kosten/Termine (2.2)
	Art des BIM Modells (3D; 4D → Testmodell; 5D → noch keine praktische Erfahrung) (IP4)
	Beim Pilot-Projekt noch nicht verfolgt, erstmal klein anfangen und nicht überfrachten (IP2)
	In den nächsten Projekten abfragen und preislich „vergleichen“, da dies mit einem Mehraufwand verbunden ist (IP2)

Auswertung	
	Noch nicht, hier wurden bisher andere Instrumente angewendet (IP5)
	Nicht in diesem Projekt nur sinnvoll bei durchgängiger Planung (IP7)
	nicht angewendet (IP8)
	nicht angewendet (Beauftragung schon 2015) (IP9)
	Nicht angewendet (IP10)
	bei zukünftigen Projekten Abwägung Nutzen/Aufwand (IP10)
	<b>e. Zeitraum/Leistungsphasen/AWF (2.1.1)</b>
	BIM wird nur in der Planung und der Ausführungsphase genutzt (IP4)
	Nutzung im kompletten Lebenszyklus/Manche Gewerke nutzen kein BIM (Medizintechnik) (IP4)
	Pilotprojekt über alle Lph. (IP2)
	Neues Projekt über alle Lph. mit allen Beteiligten und nicht nur den Hauptplanern (IP2)
	Nutzen von BIM bisher nur in Planung & Ausführung, später auch im Betrieb (IP2)
	Integration von VR geplant (Durchbruchsituation, Patientenwege, etc.) (IP2)
	Aktualisierung des Modells 2-wöchentlich (siehe frage 1.4) (IP2)
	Bürointerne BIM Welt – Big kein Thema (es wird für sich selber gemacht), der spätere Gebäudebetrieb liegt nicht im Vordergrund (IP1)
	Wenn es keine BIM Anforderung gibt – Gebäudemodell für sich selbst, Funktionalität der Software (Nachmodellierung der bspw. Heizlast mit eigenem Modell) (IP1)
	Gewerke-Planung findet in sehr hohem Maße in 3D statt -> Vorteil: Massenauszüge, intelligente Durchbruchplanung. Informationen werden weitergegeben (IP1)
	Visualisierungsprozesse bspw. Gang durch Technikzentralen zur besseren Visualisierung der Planung; Daten werden auch den Firmen übergeben, allerdings zeigt die Erfahrung, dass diese nicht verwendet werden (IP1)
	Gebäudemodell macht gerade zur Kollisionsplanung Sinn, auch wenn nicht vom Bauherrn gefordert (IP1)
	Datenschnittstelle kann auch in Ausschreibung mit aufgenommen werden (Software ist häufig aber noch nicht soweit) (IP1)
	Nutzung als Bauherr als Dialoginstrument für Designvorschläge, Variantenprüfung und zusätzlich die Kollisionsprüfung (Planer intern) (IP5)
	Techn. Vorprüfung nicht geplant (fehlende Zeit) Kalkulationsphase + Lph. 5 (Zwischendurch beendet) Nicht FM geplant (IP7)
	Erstellen AIA + BAP (reduziert im Projektverlauf); Def. Simulation Data Drops (IP8)
	CDE, nur Datenplattform nicht als Modell (IP8)

Auswertung	
	Closed BIM (Planung komplett Revit): Clash detection mit IFC (Solibri) (IP8)
	BIM2 field geplant (noch offen) (IP8)
	Little BIM (kein FM) (IP8)
	VR wurde angewendet für Nutzergespräche (Problem: Übelkeit) (IP9)
	Von big open BIM zu big closed BIM gewechselt (IFC- Schnittstelle zu Revit, immer schwieriger nicht geeignete TGA-Software, später Übernahme TGA durch HDR) (IP9)
	Reibungsloser Ablauf zwischen Projektbeteiligten mit BIM 360 (IP9)
	im FM nur Verwendung von Daten (kein dig. Modell); FM basierend auf Cobie (IP9)
	Für Planung und Ausführung (nur im Planungsteam nicht von BH gefordert) (IP10)
	nicht alle Gewerke mit BIM geplant (z.B. Brandschutz) (IP10)
	Scan gelohnt für räuml. Modellierung, erkennen Leitungen (mussten jedoch alle nochmal geprüft werden) (IP10)
f. Zukünftig geplante Projekte (3.1)	f. Zukünftig geplante Projekte (2.1.3)
zukünftige Anwendung von BIM im Neubau & kompletter Lebenszyklus (Rückbau eingeschlossen) (IP6)	Bei älteren Bestandsgebäuden nicht, da ein Erstellen eines digitalen Zwillings sehr aufwendig wäre, da es nur veraltete Planstände gibt (IP4)
Konzeption der BIM-Strategie in 2022 geplant (IP6)	Bei Bestandsgebäuden mit aktuellen Planständen ist ein Erstellen einfacher (IP4)
Vorgaben auf Grundlage von BIM -> Ausschreibung der Fachplaner schließt BIM ein (IP6)	Intern wurde darüber nachgedacht anhand von Laserscannern Technikzentralen aufzunehmen und zu einer Bestandsaufnahme zu erstellen (IP1)

## Chancen

Interview OHNE Erfahrung	Interview MIT Erfahrung
a. Planungsphase (2.1.1)	a. Planungsphase (3.2.1)
Größte Chance: Koordinierte Planung auf die Baustelle transportieren -> Abstimmung unter den Gewerken -> Verhinderung von Fehlern, Kollisionen (IP3) #Fehlervermeidung #Kollisionskontrolle #Kommunikation/Transparenz	Optimierte Abstimmung der Gewerke durch BIM -> Fehler werden sichtbar und können schnell behoben werden (IP4) #Kommunikation/Transparenz #Fehlervermeidung
Plausibilitätsprüfung! (IP3) #Plausibilitätsprüfung #Fehlervermeidung	Kollisionskontrolle (Erkennen von Konflikten) (IP4) #Kollisionskontrolle #Fehlervermeidung
in der Bedarfsplanung noch nicht (IP6)	Einfachere Nutzerabstimmung (IP4) #Kommunikation/Transparenz
3D-Planung von haustechnischen Anlagen von Vorteil – Kollisionsplanung projektbezogen und vollumfänglich -> Keine bösen Überraschungen (IP6) #Kollisionskontrolle #Fehlervermeidung	Höhere Transparenz gegenüber dem Arbeitgeber (IP4) #Kommunikation/Transparenz
Geräte in richtiger Dimension planbar (IP6) #Fehlervermeidung	Kollisionserkennung (IP2) #Kollisionskontrolle

Auswertung	
Erhöhte Kostensicherheit (IP6) #Kostensicherheit/-reduktion	Zeiteinsparung, da Fehlplanungen durch frühe Betrachtung erspart bleiben (IP2) #Zeitersparnis #Fehlervermeidung
Änderungen im späteren Verlauf immer schwieriger einzuarbeiten und teurer (Hoffnung der Echtzeitdarstellung der Kostenänderung und dadurch eine schnelle Entscheidungsfindung) (IP6) #Zeitersparnis #Kostensicherheit/-reduktion #Entscheidungsfindung #Simulationen	Nutzerabstimmung wesentlich einfacher (IP2) #Kommunikation/Transparenz
Entstehung von Fehlern nachvollziehbar (IP6) #Fehlervermeidung	Bauablaufplanung verspricht Mehrwert Baufolgeplanung -> Kostenmanagement planbar (Zukünftig geplant) (IP1) #Kostensicherheit/-reduktion #Zeitersparnis #Fehlervermeidung
Lösung der in 1.4 beschriebenen Schnittstellenproblemen unter Voraussetzung von Frage 1.6 (IP6)	BIM in der Projektplanung bietet einen Vorteil, dem Aufwand weit voraus zu sein. (Antwort eigentlich auf 3.4) (IP1) #Zeitersparnis #Effizienz
	Mit der Zeit Produktkataloge auf BIM Basis in der Software. Hier ist ein Umdenkprozess auf Seite der Softwarehersteller erkennbar. (Antwort eigentlich auf 3.4) (IP1)
	Designüberprüfung (Variantenüberprüfung) (IP5) #Entscheidungsfindung
	Vereinfacht den Dialog (Vereinfacht die Darstellung für die Nutzer, welche auch nicht vom Fach sind) (IP5) #Kommunikation/Transparenz
	Simulation, wenn wirtschaftlich abbildbar sind, sehr sinnvoll (IP5) #Kostensicherheit/-reduktion #Simulationen
	Ausführbare Planung mit BIM (wenn Details berücksichtigt) Theoretisch bessere Kollisionsprüfung (wenn vollständige Detaildarstellung) (IP7) #Kollisionskontrolle #Fehlervermeidung
	finanzielle Vorteile (auch unabhängig vom Bauherrn) (IP8) #Kostensicherheit/-reduktion
	Besseres Vorstellungvermögen durch 3D: Neue Ideen/ Kenntnisse (IP8) #Visualisierung/VR/AR
	Einfachere Koordinationsgespräche zw. Planern (IP8) #Kommunikation/Transparenz
	Automatische Mengen-/Massenkalkulation (IP8) #Kostensicherheit/-reduktion #Simulationen
	VR und AR großes Potential (As-built-Simulationen) (IP9) #Visualisierung/VR/AR
	schnellere Entscheidungen, Umsetzungen, Änderungen (IP9) #Zeitersparnis #Effizienz

Auswertung	
	Vermeidung von Kollisionen (Arch. = Pflicht Koordinierung) (IP9) #Kollisionskontrolle #Fehlervermeidung
	richtige Daten zum richtigen Zeitpunkt (IP9)
	Frühzeitige Abstimmungen in Planungsphase (IP9) #Kommunikation/Transparenz
	Vorteile bzgl. Terminplanung erwartet (aktuell noch nicht) (IP9)
	Effizienzgewinn mit BIM im ges. Projektteam (IP10) #Effizienz
	Vor allem für komplexe Projekte und das ges. Team (IP10) #Kommunikation/Transparenz #Effizienz
	In früher Planungsphasen detaillierter/Präziser (Entscheidungen durch BH früher) (IP10) #Entscheidungsfindung #Zeitersparnis #Kommunikation/Transparenz
	Verhinderung Kollisionen (nicht zu 100% möglich) (IP10) #Kollisionskontrolle #Fehlervermeidung
b. Ausführungsphase (2.1.2)	b. Ausführungsphase (3.2.2)
(Bauzeit) (IP3) #Zeitersparnis	Hohe Kosten und Terminalsicherheit, aufgrund von "Frontloading" (Planung wann welche Bauteile vorhanden sein müssen, um den Bauablauf flüssig zu halten) (IP4) #Kostensicherheit/-reduktion #Zeitersparnis #Effizienz
Ordentliche Planung führt zu ordentlicher Ausführung (IP3) #Effizienz #Fehlervermeidung	Mengen konnten genauer ermittelt werden -> exaktere Kalkulation und Abrechnung möglich -> Baulogistik planbar (IP4) #Simulationen #Kostensicherheit/-reduktion
3D-Modell korrekt geplant und umsetzbar -> nachhalten des Modells (IP6) #Fehlervermeidung #Visualisierung/VR/AR	Simulation vom Bauablauf (Ermittlung Bauablaufstörung), Baustellendokumentation (IP4) #Kommunikation/Transparenz #Kollisionskontrolle
Dokumentation auf der Baustelle & schnelle Änderung im Modell (IP6) #Effizienz	Objektüberwachung relativ komfortabel (IP2) #Effizienz
Verbesserung der Gewerkekoordination & Terminüberwachung & Soll/Ist- Abgleich (IP6) #Zeitersparnis #Kommunikation/Transparenz #Simulationen	Beim Durchgang des Gebäudes direkte Mangelerfassung im Modell (IP2) #Effizienz #Zeitersparnis #Fehlervermeidung
	Kontrolle vereinfacht (IP2) #Effizienz #Zeitersparnis #Fehlervermeidung
	Frühere Planung von Kollisionen/Schnittstellen (siehe Frage 1.5 (Bsp. Türen)) (IP2) #Kollisionskontrolle
	Bauliche Fehler können vermieden werden (IP5) #Fehlervermeidung

Auswertung	
	Alle Informationen sind verfügbar (IP5) #Kommunikation/Transparenz
	Rohbauphase (im Projekt) Virtuelle Überprüfung (Internetverbindung notw. - Router) (IP7) #Visualisierung/VR/AR #Fehlervermeidung #Effizienz
	Ziel: Projektende besser erreichbar (IP8) #Effizienz #Zeitersparnis
	Keine Diskrepanz zw. Planung und Bau (IP9) #Kommunikation/Transparenz #Fehlervermeidung
	Vorteile durch 3D-Modell (z.B. Überprüfung von Durchgängen) (IP10) #Kollisionskontrolle #Visualisierung/VR/AR
	Änderungen auf der Baustelle werden nachher eingepflegt -> As-built-Modell (IP10)
c. Betriebsphase (2.1.3)	c. Betriebsphase (3.2.3)
Komplette Unterlagen (evtl. Digitaler Zwilling) gegeben (IP3) #Kommunikation/Transparenz #Effizienz	Optimierung von Arbeitswegen (IP4) #Effizienz
Letzte Zeichnungsunterlagen geben auch den korrekten Stand an (IP3) #Fehlervermeidung	Optimierung der Positionierung von Räumen (IP4)
	Durch digitalen Zwilling einfacheres und kürzeres planen von Instandhaltungsarbeiten und kürzere Beeinträchtigung des Betriebs -> durch das Modell Überblick über das Projekt möglich (IP4) #Effizienz #Zeitersparnis #Kommunikation/Transparenz
	Datenbank für täglichen Krankenhausbetrieb (z.B. notwendige) Wartung von Bauteilen) sowie für Umbaumaßnahmen in der Zukunft (IP1) #Effizienz
	Digitaler Zwilling (IP1) #Kommunikation/Transparenz #Effizienz #Zeitersparnis
	Fahrlosestransportsystem (FPS) über Roboter (schienenlos) – BIM Modell ist ein Bestandteil davon (Eigentlich Antwort auf 3.1) (IP5) #Effizienz #Automatisierung Logistik
	Störmeldungen mittels Digitalen Zwillings vereinfacht – alle Informationen zur Hand – Wege werden eingespart (IP5) #Kostensicherheit/-reduktion #Effizienz #Kommunikation/Transparenz
	As-built-Modell für FM (IP8) #Kostensicherheit/-reduktion #Effizienz #Kommunikation/Transparenz
	Größte Chance liegt im Betrieb (IP9)

Auswertung	
	#Kostensicherheit/-reduktion #Effizienz  Wenn der Bauherr weiß, was er will? Übernahme entsprechender Infos aus allen Lph. (IP9)
	Alle Daten sind schon gesammelt (IP9) #Kommunikation/Transparenz  Informationen sind messbar (Sensoren) (IP9) #Auswertungen
	Rückblick: Bewertung der Planung (Energienutzung, Effizienz) (IP9)
	Digitaler Zwilling würde helfen, Betrieb zu vereinfachen (IP10) #Kommunikation/Transparenz #Effizienz #Zeitersparnis
d. Chancen zukünftiger Projekte (2. 2)	
Mittels BIM erfolgt ein besseres Handwerk (IP3) # Effizienz #Fehlervermeidung	
In Planung mittels Plausibilitätsprüfung und dadurch gezwungener Kommunikation untereinander (IP3) #Kommunikation/Transparenz	
<b>Herausforderungen</b>	
<b>Interview OHNE Erfahrung</b>	<b>Interview MIT Erfahrung</b>
a. Planungsphase (2.3.1)	a. Planungsphase (3.3.1)
Herausforderung liegt bei Planern selber – Koordination untereinander (IP3) #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung	Unterschätzung Zeit-, Kostenaufwand von BIM (IP4) #Kosten
BIM-Richtlinie auszuarbeiten (IP6) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen	Mangelnde personelle Ressourcen zur vollständigen Umsetzung von BIM (IP4) #Personalmangel
Change Prozess im Unternehmen (IP6) #Change-Prozess/Änderung der Arbeitsweisen	Fehlender Leitfaden zur Implementierung von BIM #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen
Dokumentationstiefe (Bis zu welchem Grad? Gesundes Mittelmaß, um eine überschaubare Dokumentation zu haben → nicht zu viel Detail, aber auch nicht zu wenig; was wird toleriert, was nicht mehr dokumentiert werden muss) (IP6) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen	Schwierige Implementierung von verschiedenen Programmen -> Eigenschaften werden teilweise nicht oder nicht vollständig übernommen (Übergabe Daten zwischen verschiedenen Programmen) (IP4) #Schnittstellenproblematik/Software
Siehe Frage 1.6: BIM ist nur sinnvoll, wenn es konsequent angewendet wird. Die Planung muss nachgehalten und kontrolliert werden (Ziel As-built-Modell) (IP6) #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung	Der Erfahrung nach ist der Aufwand höher. vor allem in den frühen Planungsphasen. -> Monatlicher Nachweis – Was wurde wirklich an Zeit verloren mittels Revit? (UMG, Antwort eigentlich zu Frage 3.1) #Zeitaufwand in frühen Planungsphasen
	Kommunikation unter den Planern intensiver & anders – viel digitalisiert, Planungsgeschehen wird schneller (IP2)
	Austausch unter Planern -> Austausch von Know-How, Freigabe eigenes Know-Hows (IP2) #Change-Prozess/Änderung der Arbeitsweisen

Auswertung	
	Austausch als IFC – Rausziehen schwierig/ teilweise noch fehlerhaft (siehe auch Frage 1.8) (IP2) <b>#Schnittstellenproblematik/Software</b>
	Mehrwert erkannt, trotz Preisgabe des Wissens. (IP2)
	Überzeugung der Beteiligten (IP2) <b>#mangelnde Akzeptanz</b>
	Mehr Aufwand in der Planungsphase und Anpassung der Verträge (siehe Frage 1.7) (IP2) <b>#fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen</b> <b>#Zeitaufwand in frühen Planungsphasen</b>
	Wenn schlecht geplant ist, hilft auch BIM nicht weiter (z.B. Nicht vollständige Planung. Dies wurde nicht in BIM erkannt, da es keine Kollisionen gibt und sich Anforderungen geändert haben) (siehe Antwort frage 2.1) (IP2)
	Software (Funktionierende Software, die auch die Schnittstellen bedient) (IP1) <b>#Schnittstellenproblematik/Software</b>
	Eigenes Personal (Bedienung der Software) (IP1) <b>#mangelndes Fachwissen</b>
	Honorierung (ist es eine Mehrleistung oder nicht?!), es muss wirtschaftlich abbildbar sein für alle Projektbeteiligten (IP1) <b>#fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen</b>
	Der Inhalt der Anforderungen von BIM muss von AG-Seite klar dargestellt sein, da ein Angebot sonst nicht planbar ist (IP1) <b>#fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen</b>
	Frühe Festlegung schwierig bzw. ungewohnt (IP5) <b>#Zeitaufwand in frühen Planungsphasen</b>
	„Planung“ eigentlich in Lph. 3 beendet und alles festgelegt (IP5) <b>#fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen</b> <b>#Zeitaufwand in frühen Planungsphasen</b>
	-> Gewöhnungssache (IP5) <b>#mangelnde Akzeptanz</b>
	Die verschiedenen Anwendungsfälle von BIM sind auch eine Kostenfrage (siehe Frage 1.3) (IP5) <b>#Kosten</b>
	Schwieriger Ausbau & TGA, BIM-Koordinatoren konnten Planungsfehler (Arch.+ TGA) nicht beheben <b>#mangelndes Fachwissen</b> Personelle Kontinuität notwendig; Durchgängiges Planungsteam über Lph (bei BIM notwendig) (Front-Loading) <b>#mangelndes Fachwissen</b> Viele Details (Lph. 3) nicht betrachtet; Meinungsänderungen des Bauherrn; 700 Nutzerabstimmungen <b>#fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen</b> Schwierigkeit bei Darstellung Elemente (Dämmung und Befestigungen). Kollisionen! <b>#mangelndes Fachwissen</b> Einbeziehen Ausführendes Unternehm. In Pre-Construction-Phase Bewerber sagen, sie können BIM ohne Vorwissen <b>#Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung</b> Großes Problem mit der IFC-Schnittstelle <b>#Schnittstellenproblematik/Software</b> (IP7)

Auswertung	
	BIM-Kat. früh ausschreiben; BIM-Fähigkeiten im Wettbewerb abfragen, genaue Anf. Definieren (IP8) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen
	Planungsaufwand häufig unterschätzt (IP8) #Zeitaufwand in frühen Planungsphasen
	Wechselnde Planungsbüros (IP8) #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung
	zu hohe Anforderungen/Offenheit bei Bepreisung (IP8)
	Hoher Aufwand zu Beginn (später eingespart) (IP8) #Zeitaufwand in frühen Planungsphasen
	Oftmals Informationsverluste bei IFC-Schnittstelle (IP8) #Schnittstellenproblematik/Software
	BIM ist in stetiger Bewegung, Wachstumsprozess --> keine Zeit zu warten (IP9)
	Kompetenz von BIM erf. (IP9) #mangelndes Fachwissen
	Software-Programme funkt. Oft nicht korrekt (IFC, Datentransfer) (IP9) #Schnittstellenproblematik/Software
	Fehlender Wille Softwarehersteller Fehler zu verbessern (IP9) #Schnittstellenproblematik/Software
	BIM-Fkt. Bei TGA-Programmen nicht optimal (vor allem TGA-Programme) (IP9) #Schnittstellenproblematik/Software
	Konsistenz der Teilmodelle der Planer (IP10) #mangelndes Fachwissen #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen
	Informationsverlust durch IFC (Im Verlauf des Projektes verbessert, durch Nachbesserung der Schnittstellen) (IP10) #Schnittstellenproblematik/Software
	Prozess der Zusammenarbeit sehr kompliziert (IP10) #mangelndes Fachwissen #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen
b. Ausführungsphase (2.3.2)	b. Ausführungsphase (3.3.2)
Herausforderung fast gar nicht vorhanden, sondern Handwerkszeug, damit jeder genau weiß, was er zu machen hat. (IP3) #Fehlen technischer Ressourcen	Unterschätzung Zeit-, Kostenaufwand von BIM (IP4) #Kosten #Zeitaufwand
Fehlender Internetzugang auf der Baustelle (IP6) #Fehlen technischer Ressourcen	Mangelnde personelle Ressourcen zur vollständigen Umsetzung von BIM (IP4) #Personalmangel
Technische Ausrüstung auf der Baustelle (IP6) #Fehlen technischer Ressourcen	Fehlender Leitfadener zur Implementierung von BIM #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen
Rechtlich: Wer übernimmt für was die Verantwortung? Abgrenzung der Leistungen & Verantwortungen (noch keine Präzedenzfälle); Jeder hat Zugang zu allen Informationen (IP6) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen	Schwierige Implementierung von verschiedenen Programmen -> Eigenschaften werden teilweise nicht oder nicht vollständig übernommen (Übergabe Daten zwischen verschiedenen Programmen) (IP4) #Schnittstellenproblematik/Software

Auswertung	
Fehlendes Know-How & Fehlende Routine im Umgang der Programme / Software (IP6) #mangelndes Fachwissen	Fehlende Aktualisierung des BIM-Modells (veraltete Planstände) (IP4) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen
	Überzeugung von Beteiligten (IP2) #mangelnde Akzeptanz
	Mängel direkt an die ausführenden Firmen durch Programm selber (IP2) #Fehlen technischer Ressourcen
	-> Einsicht Arbeitserleichterung (IP2) #mangelnde Akzeptanz
	Software & Hardware (Personal) – Fachkräftemangel (IP1) #Fehlen technischer Ressourcen #Personalmangel
	BIM-Koordinator nur zur Modellpflege einzustellen (IP1) #Personalmangel
	Wie gehen die Firmen damit um? (IP1) #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung
	In der Praxis eher in die Planerhand legen, Planer bleibt bis zum Ende beteiligt (IP1) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen
	Generalmodellpfeleger – Keine Firma fühlt sich berufen dies zu tun – Übergeordneter Beteiligter (IP1) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen #mangelndes Fachwissen
	Größe der Firma ausschlaggebend -> Ausschluss kein Gefallen (IP1) #Personalmangel #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung #mangelndes Fachwissen #Kosten #Fehlen technischer Ressourcen
	Anpassungen komplexer (wenn nochmal etwas geändert werden muss, bzw. Rückwärts gearbeitet werden muss) (IP5) #Zeitaufwand
	Schwieriger Ausbau & TGA (im Projekt) (IP7) #Schnittstellenproblematik/Software
	Probleme hinsichtlich W+M-Planung (IP7) #Schnittstellenproblematik/Software
	Kompetenz bei Konstrukteuren sogar 2D-Pläne zu lesen (IP7) #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung
	Abriss von Bauteilen (Wände) durch fehlerhafte Schnittstellen (IP7) #Schnittstellenproblematik/Software
	Im Vorfeld festlegen, was (wirklich) benötigt wird für FM (LOD) (IP7) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen
	Änderungen in Bauphase schwierig einzupflegen (IP8) #Zeitaufwand
	Digitale Dokumentation der Baustelle fehlt (nur für große BU finanzierbar) (IP9) #Fehlen technischer Ressourcen #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung
	wenige große Bauunternehmen in Dt./ kleinen fehlt die Kapazität (IP9) #Personalmangel #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung

Auswertung	
	<p>#Kosten #Fehlen technischer Ressourcen</p>
	<p>digitale Baustelle ist große Herausforderung (IP9) #mangeldes Fachwissen #Fehlen technischer Ressourcen</p>
	<p>Änderungen in der Planung schwierig (Zeitprobleme) (IP10) #mangeldes Fachwissen #Fehlen technischer Ressourcen</p>
	<p>Änderungen müssen rechtzeitig zu Baustelle gelangen (IP10) #Fehlen technischer Ressourcen</p>
c. Betriebsphase (2.3.4)	c. Betriebsphase (3.3.3)
<p>Auf dem maximalen Level halten, Nachführung muss gewährleistet werden, Nachtrag im BIM Modell muss geleistet werden (IP3) #Pflege des Betriebsmodell/Zuständigkeit</p>	<p>Mangelndes Know-How zur Anwendung einer CAFM Software (IP4) #mangeldes Fachwissen</p>
<p>-&gt; Arbeitskräftemangel &amp; Fachmangel (IP3) #Personalmangel</p>	<p>Fehlende Aktualisierung des BIM-Modells (IP4) #Pflege des Betriebsmodell/Zuständigkeit</p>
<p>Führt zu Schwierigkeiten ein BIM Modell ordentlich nachzuarbeiten (IP3) #Pflege des Betriebsmodell/Zuständigkeit</p>	<p>BIM-Manager benötigt inkl. Schulung von Personal (Zeichner) in Richtung Software/ Programme (IP2) #mangeldes Fachwissen #Personalmangel #Fehlen technischer Ressourcen</p>
<p>Klinikpersonal zur Bearbeitung des BIM Modells fehlt das Know-How und vor allem die Zeit (IP3) #Pflege des Betriebsmodell/Zuständigkeit #mangeldes Fachwissen #Zeitaufwand</p>	<p>Digitaler Zwilling nachhalten, stetige Aktualisierung (IP5) #Pflege des Betriebsmodell/Zuständigkeit</p>
<p>Zusätzlicher Mitarbeiter nur für die Bearbeitung erforderlich (Weitere Personalkosten, auch wenn bspw. er nichts zu tun hat) (IP3) #Pflege des Betriebsmodell/Zuständigkeit #Personalmangel #Kosten</p>	<p>Anf. Des BH müssen früh exakt vorliegen Dies passiert heutzutage zu spät oder es wird einfach alles gefordert (IP9) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen</p>
<p>Finanzierung schwierig, da keine extra Einnahmen erfolgen -&gt; größte Herausforderung (IP3) #Kosten</p>	<p>Skepsis auf Bauherrseite (bzgl. Einführungsaufwand, nicht gesehene Vorteile) (IP10) #mangelnde Akzeptanz</p>
<p>Nachhalten des Modells (Personal &amp; Know-How) #Pflege des Betriebsmodell/Zuständigkeit #mangeldes Fachwissen</p>	
<p>Schnittstelle interne / externe Vergabe von Aufgaben -&gt; Ausgabe von Informationen, Kontrolle, usw. (IP6) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen</p>	
<p>Wie geht man mit Kleinstreparaturen um, wie pflegt man sie ein? (IP6) #Pflege des Betriebsmodell/Zuständigkeit #mangeldes Fachwissen</p>	
<p>Akzeptanz, Verständnis für Finanzierung (IP6) #mangelnde Akzeptanz</p>	
d. Hürden für bisherige BIM-Implementierung (3.2)	
<p>BIM wurde nicht in Erwägung gezogen (IP3) #kein geeignetes Projekt für den BIM-Einstieg</p>	

Auswertung	
Erste Planungen der Klinik von 1989 (IP3) #kein geeignetes Projekt für den BIM-Einstieg #mangelnde Bestandsdaten	
Elementare Dinge wurde im Laufe der Jahre vergessen einzuplanen (IP3) #kein geeignetes Projekt für den BIM-Einstieg #mangelnde Bestandsdaten	
Projektsteuerer extern – Interesse nicht so groß (IP3) #mangelnde Akzeptanz	
BIM hätte eingeführt werden müssen, wobei das Ziel des Projekts noch nicht bekannt war. (IP3) #kein geeignetes Projekt für den BIM-Einstieg	
Architektenbüro war nicht gerade BIM-begeistert (IP3) #mangelnde Akzeptanz #Projektbeteiligte ohne BIM-Erfahrung	
Nach Einstieg in die Planung, war die BIM-Einführung nicht mehr möglich bzw. rentabel. (IP3) #kein geeignetes Projekt für den BIM-Einstieg	
BIM für Klinikbereich gut & Erfolgsversprechend, für den späteren Betrieb zu viel (aufgrund der Finanzierung) (IP3) #Kosten	
Mittel der Krankenhäuser begrenzt, daher keine Möglichkeit eines BIM Managers im Betrieb (IP3) #Kosten	
Mittendrin in der Planung - Projektfortschritt zu weit um zu BIM zu wechseln (IP3) #kein geeignetes Projekt für den BIM-Einstieg	
Bisher kein Bauherr & keine Entscheidungshoheit (IP6) #kein geeignetes Projekt für den BIM-Einstieg	
Planungskosten gedeckelt (x% vom Bauvolumen) -> Finanzierung schwierig; zusätzliche Mittel vom Staat nicht vorhanden (IP6) #Kosten	
Nach welchem Regelwerk? (IP6) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen	
e. Herausforderungen Bestandsbau (2.4)	e. Herausforderungen Unternehmen (3.4)
Suche der Leitungen schwierig, fast unmöglich (IP3) #mangelnde Bestandsdaten	Beschaffung personeller Kompetenzen (IP4) #Personalmangel
Pläne veraltet – nicht vollständig, schlechte Qualität der vorhandenen Papier Pläne – nicht lesbar (IP3) #mangelnde Bestandsdaten	Erstellen einer BIM-Strategie (inklusive BAP, AIA) zur Implementierung, da kein spezieller Leitfadens für das Gesundheitswesen vorhanden ist (IP4) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen Erstellung von Modellierungsrichtlinien (IP4) #fehlende Richtlinien/Standards/Honorarregelungen
Personal mit Wissen nicht mehr erreichbar – Wissen nicht abrufbar (IP3) #mangelnde Bestandsdaten	Finanzielle Mittel notwendig für Schulungen / Software / Personal (IP2) #Kosten #mangelndes Fachwissen
(Umsetzung BIM) Nein, da Umsetzung zu kompliziert (IP3) #mangelnde Akzeptanz	Überzeugung der Kollegen (IP2) #mangelnde Akzeptanz
Nachpflege für den Bestand schwierig/nicht vorstellbar (IP6) #Pflege des Betriebsmodell/Zuständigkeit	selbstständige Weiterbildung von interessiertem Personal, die Herausforderung ist hier dieses Personal ausfindig zu machen und dieses bei der Weiterbildung zu unterstützen (IP1) #mangelndes Fachwissen

Auswertung	
Bei großen / wichtigen Aufgabenpaketen macht eine Dokumentation Sinn, bei kleinen ist der Aufwand zu hoch (IP6) #Zeitaufwand	Software – Abbildung (IP1) #Fehlen technischer Ressourcen
Alte Pläne entsprechen dem Bestand nur im groben und können daher nicht digitalisiert werden (IP6) #mangelnde Bestandsdaten	Kosten/Nutzen Rechnung – es muss wirtschaftlich sein: #Kosten Daher keine Umbaumaßnahmen nachträglich digitalisiert (Eigentlich Antwort auf 3.1) (IP5) #Kosten
	Widerstand: manche sind weiterhin der Meinung, dass es auch ohne BIM geht (IP5) #mangelnde Akzeptanz
	Mehrkosten in der Planung dennoch überschaubar für ein großes Projekt (IP5) #mangelnde Akzeptanz
	Personelle Struktur: extra Stellen ausschreiben -> Wo wird das Geld dann gespart? #Kosten Bestimmte Kosten werden aufgrund von neuem Personal eingespart und können nicht gegengerechnet werden, da sie nicht mit BIM nicht entstehen. (IP5) #Kosten
	Umschulungen zu BIM im Unternehmen nicht im Großen geplant, jeder, der Interesse hat & qualifiziert ist, arbeitet sich selber ein (IP5) #mangelndes Fachwissen
	Es gibt allerdings noch keine Studien/ Fakten was mit BIM eingespart werden kann (IP5) #Kosten
	Erstellen AS-Built Modell (Bestandsaufnahme) (IP8) #mangelnde Bestandsdaten

## Anhang B: Fallstudie BIM-Referenzprojekte im Krankenhausbau

Tabelle 21

Datenübersicht der deutschen Referenzprojekte (1 = Klinikum Wilhelmshaven, 2 = GEH II R.K. Gehrden, 3 = Campus Zentralklinikum Lörrach, 4 = Klinikum Frankfurt Höchst, 5 = Flugfeldklinikum Sindelfingen, 6 = ALB FILS Klinikum am Eichert, 7 = Prosektur Uniklinikum Köln, 8 = Cnopfsche Kinderklinik, 9 = Jüdisches Krankenhaus Berlin, 10 = US Hospital Weilerbach; k. A. = keine Angabe)

Nr.	Planungsbeginn [Jahr]	Ausführungsbeginn [Jahr]	Inbetriebnahme [Jahr]	Gesamtzahl der Betten [Stück]	Bruttogeschossfläche [km <sup>2</sup> ]	Gesamtkosten [€]	BIM-Ansatz	Quelle
1	2015 [88]	2021 [88]	2025 [89]	500* [89]	51,565* [89]	194, 1 Mio. [88]	Little closed BIM [88]	219 220
2	2019 [90]	2024 [90]	2027 [90]	250 [90]	36 [90]	234 Mio. [90]	Big open BIM [90]	221
3	2018 [91]	2020 [91]	2025 [91]	677 [91]	90 [91]	430 Mio. [91]	Big open BIM [91]	222
4	2007 [92]	2016 [92]	2023 [92]	670 [92]	80 [92]	263 Mio. [92]	Little open BIM [92]	223
5	2018 [93]	2021 [93]	2025 [93]	700 [93]	110 [93]	573 Mio. [93]	Big open BIM [93]	224
6	2014 [94]	2019 [95]	2024 [95]	688 [94]	94 [94]	455 Mio. [95]	Little open BIM [95]	225 226
7	2016 [96]	2022 [96]	2024 [96]	0 [96]	9 [96]	76 Mio. [96]	Big open BIM [96]	227 228 229
8	2018 [97]	2021 [98]	2027 [97]	72 [97]	11 [97]	90 Mio. [99]	Big open BIM [100]	230 231 232 233
9	(k. A.) 2011 [103]	2021 [101]	2024 [101]	214 [101]	11 [101]	50 Mio. [101]	Big BIM [102]	234
10	2011 [103]	2014 [103]	2028 [103]	68 [103]	120 [103]	1100 Mio. [103]	Big open BIM [103]	

\* Diese Zahlen sind nicht endgültig, da derzeit noch Planungsänderungen vorgenommen werden.

Quelle: Eigene Darstellung

<sup>219</sup> (Schoof 15 03 2023)

<sup>220</sup> (Klinikum Wilhelmshaven - Zahlen, Daten, Fakten 2022)

<sup>221</sup> (Buge 2023)

<sup>222</sup> (Stolpe 2023)

<sup>223</sup> (Böhme 2023)

<sup>224</sup> (Dehoust 2023)

<sup>225</sup> (ALB FILS KLINIKEN GmbH - Krankenhausgebäude und den Teilprojekten kein Datum)

<sup>226</sup> (ALB FILS KLINIKEN - Klinikbau am Eichert GmbH)

<sup>227</sup> (Lörch 2023)

<sup>228</sup> (Drees & Sommer SE 2022)

<sup>229</sup> (Drees & Sommer SE 2021)

<sup>230</sup> (TVF Fernsehen in Franken Programm GmbH kein Datum)

<sup>231</sup> (Küpper 2022)

<sup>232</sup> (Jüdisches Krankenhaus Berlin kein Datum)

<sup>233</sup> (OBERMEYER Servbest GmbH kein Datum)

<sup>234</sup> (Choszcz 2023)

Tabelle 22

Datenübersicht der internationalen Referenzprojekte (11 = Aarhus University Hospital in Dänemark, 12 = Sykehuset Østfold Hospital in Norwegen, 13 = Dr Pixley Ka Isaka Seme Memorial Hospital in Südafrika, 14 = New Surrey hospital and BC Cancer in Kanada, 15 = Whipps Cross Hospital London in UK, 16 = Queen Silvia Children's Hospital in Schweden, 17 = Royal Adelaide Hospital in Australien, 18 = Mercy Jefferson Hospital in den USA, 19 = Shanghai Xinhua Hospital Pediatric Complex in China, 20 = Spital Limmattal in der Schweiz; k. A. = keine Angabe)

Nr.	Planungsbeginn [Jahr]	Ausführungsbeginn [Jahr]	Inbetriebnahme [Jahr]	Gesamtzahl der Betten [Stück]	Bruttogeschossfläche [km <sup>2</sup> ]	Gesamtkosten [€]	BIM-Ansatz	Quelle
11	2008 [104]	2013 [104]	2019 [104]	797 [104]	216 [104]	852 Mio. [104]	Big closed BIM [104]	235
12	2008 [105]	(k. A.)	2015 [106]	(k. A.)	86 [105]	442 Mio. [107]	Open BIM [107]	236 237 238
13	2003 [108]	2015 [109]	2021 [109]	500 [110]	29 [110]	150 Mio. [111]	BIM [112]	239 240 241 242 243
14	2019 [113]	2023 [114]	2027 [114]	168 [113]	(k. A.)	1156 Mio. [115]	Big open BIM [116]	244 245 246 247
15	2021 [117]	2023 [117]	2026 [117]	500 [118]	78 [119]	452 Mio. [120]	Big open BIM [121]	248 249 250 251 252
16	2010 [122]	2015 [122]	2020 [122]	112 [122]	33 [122]	133 Mio. [122]	Big open BIM [122]	253
17	2009 [123]	2011 [124]	2017 [124]	800 [125]	175 [123]	1117 Mio. [126]	Big BIM [126]	254 255 256 257
18	2013 [127]	(k. A.)	2015 [128]	90 [127]	11 k [129]	66 Mio. [129]	Open BIM [130]	258 259 260 261
19	(k. A.)	(k. A.)	2020 [131]	472 [132]	58 [131]	(k. A.)	Big BIM [131]	262 263
20	2012 [133]	2014 [133]	2018 [133]	324 [133]	49 [133]	254 Mio. [133]	Open BIM [133]	264

Quelle: Eigene Darstellung

<sup>235</sup> (Dammann 2023)

<sup>236</sup> (Arkitema Østfold Hospital kein Datum)

<sup>237</sup> (buildingSMART kein Datum)

<sup>238</sup> (Stamso kein Datum)

<sup>239</sup> (Kwazulu-Natal Province kein Datum)

<sup>240</sup> (Enza construction kein Datum)

<sup>241</sup> (Zutari kein Datum)

<sup>242</sup> (Construction Safety kein Datum)

<sup>243</sup> (Bizcommunity kein Datum)

<sup>244</sup> (Fraser Health Authority kein Datum)

<sup>245</sup> (Infrastructure BC kein Datum)

<sup>246</sup> (Province of British Columbia kein Datum)

<sup>247</sup> (Robinson kein Datum)

<sup>248</sup> (London Borough of Waltham Forest kein Datum)

<sup>249</sup> (Hoare Lea kein Datum)

<sup>250</sup> (Ryder Architecture kein Datum)

<sup>251</sup> (bimacademy kein Datum)

<sup>252</sup> (Ryder Architecture Limited kein Datum)

<sup>253</sup> (Nilsson 30 03 2023)

<sup>254</sup> (Hansen Yunken kein Datum)

<sup>255</sup> (CPB Contractors kein Datum)

<sup>256</sup> (Bim Model kein Datum)

<sup>257</sup> (modlar kein Datum)

<sup>258</sup> (Lamar Johnson Collaborative kein Datum)

<sup>259</sup> (ABB Group kein Datum)

<sup>260</sup> (McCarthy Building Companies kein Datum)

<sup>261</sup> (HC&O News kein Datum)

<sup>262</sup> (Zhubo Design kein Datum)

<sup>263</sup> (Zhubo Design kein Datum)

<sup>264</sup> (Wagner 2023)

## Anhang C: Interviews konventioneller Planungsprozess von Krankenhäusern

Folglich werden die Fragen aus dem Leitfaden tabellarisch dargestellt, welche nach den Themen Leistungsphase 0, Förderung, Baugenehmigung und weiteren offenen Fragen strukturiert sind:

Tabelle 23  
Interviewleitfaden zum Thema konventioneller Planungsprozess im Krankenhausbau

<p><b>1. Leistungsphase 0</b></p> <p>1.1 Inwieweit ist Ihnen die Planungsphase 0 bekannt und wie sehr wird sich auf diese im Vergleich zu den anderen Leistungsphasen konzentriert?</p> <p>1.2 Wird die Planungsphase 0 komplett eigenständig ausgeführt? Wann werden welche Projektbeteiligten in der Planungsphase 0 beteiligt (Projektsteuerung, Architekt, ...)?</p> <p>1.3 Welche Projektbeteiligten werden in der Leistungsphase 0 bereits für das Projektteam aufgestellt?</p>
<p><b>2. Förderung</b></p> <p>2.1 Was für eine Art der Finanzierung wird bei Ihnen angewendet (Komplett private Finanzierung, Pauschalförderung, Einzelförderung)?</p> <p>2.2 Wann werden die Förderanträge gestellt und wann wird das erste Mal Kontakt zur Förderbehörde aufgenommen?</p> <p>2.3 Gibt es Ihrer Erfahrung nach oft eine Pause zwischen Fördermittelantrag und Zusage, wird in der Wartezeit die Planung fortgeführt oder steht diese still?</p> <p>2.4 Wie sieht der Ablauf zur Einreichung des Fördermittelantrages aus und welche Maßnahmen müssen für diesen ermittelt werden?</p>
<p><b>3. Baugenehmigung</b></p> <p>3.1. Wird das Bauordnungsamt bereits vor der Genehmigungsphase mit in die Planung eingebunden? Wann und in welchem Rahmen geschieht dies?</p> <p>3.2. Sind beim Krankenhausbau besondere Aspekte für die erfolgreiche Beantragung der Baugenehmigung zu beachten? Wie unterscheidet sich dieser Ablauf inhaltlich und ablauftechnisch vom allgemeinen konventionellen Planungsablauf?</p>
<p><b>4. Weitere Fragen zur konventionellen Planung im Krankenhausbau</b></p> <p>4.1. In einigen Bundesländern wurde bzw. wird eine Krankenhausbauordnung angewendet, wird sich im Planungsablauf nach Ihnen orientiert? Inwieweit werden bei der Krankenhausplanung Besonderheiten aus den Bauordnungen angewendet? Was sind diese Besonderheiten und wie beeinflussen diese den Planungsablauf?</p> <p>4.2. Was für eine Rolle hat das Erstellen und Anwenden eines Raum- und Funktionsprogramm in Ihrer Planung?</p> <p>4.3. Zu welchem Zeitpunkt wird die Medizintechnik inklusive der Medizintechnikfachplaner in die Planung eingebunden? Unterscheiden sich die Einbindung und die Abläufe des Medizintechnikplaners, in dem Projektablauf, von den anderen Fachplanern und -ingenieuren?</p>

- 4.4. Wann beginnt die Auswahl der Fachplaner, -ingenieure im Planungsprozess? Werden die Fachplaner bzw. Fachingenieure ungefähr zeitgleich ausgewählt oder zeitlich versetzt in das Projekt eingebunden?
- 4.5. Wie sehr sind die Nutzer in die Planung eingebunden? Welche sind diese (Hygiene, Pflegeleitung, ...)? Gibt es einen Punkt, bis wann Nutzerwünsche geäußert werden können?
- 4.6. Haben Sie eine eigene Bauempfehlung seitens des Krankenhauses, nach der sich die Planung richtet?
- 4.7. Welche Behörden müssen zusätzlich in den Planungsprozess eingebunden werden und wann werden diese hinzugezogen?
- 4.8. Wo sehen Sie die größten noch nicht genannten Unterschiede bzw. Besonderheiten im Planungsablauf im Krankenhausbau verglichen zum allgemeinen konventionellen Planungsablauf (z. B. Medizintechnik, Brandschutzkonzept)?

In die gewählten Haupt- und Unterkategorien lassen sich die Antworten von den interviewten Experten zuteilen. Die Zuteilung wird folglich tabellarisch dargestellt, während die Zuordnung zu den einzelnen Interviewpartnern anonymisiert mit IP und einer Nummerierung ersichtlich ist.

Tabelle 24

Auswertung der Interviews zum Thema konventioneller Planungsprozess im Krankenhausbau in Haupt- und Unterkategorien

## Auswertung

### 1. Leistungsphase 0

#### 1.1 Zeitlicher Aufwand:

- Etwas mehr als Lph 1 (IP2),
- Ca. ¼ mehr der Planung (IP4),
- Ca. wie Lph 2 (IP6),
- Bedarfsermittlung = kontinuierlicher Prozess (IP3),
- Umfangreiche Konzentration auf Lph 0

#### 1.2 Beteiligte:

- Ausschließlich interne Abstimmung (IP2)
- Projektbeteiligte erst Lph.1 (IP2)
- Gleichzeitige Einbindung (Zeitpunkt 0) (IP1)
- Sinnvoll Logistiker einzubinden (IP1)
- Abhängig von Einbindung Architekturbüros (IP4)
- Eigenständig (IP4)
- BO-Planer (Betriebsorganisationsplaner), Fachplaner Programmierung der Flächen (IP4)
- Gelegentlich Logistikplaner, Fachplaner, Ingenieure techn. Infrastruktur (IP4)
- Nutzer > Bedarfsermittlung (IP4)
- RL-Bau = Kernaufgabe Nutzer (IP6)
- Baumanagement Niedersachsen (Antrag Beratung) (IP6)
- Vervollständigung > externe Planer (IP6)
- Nutzer (gesamtes Team) (IP6)
- Betriebs- & Organisationsplaner, Fachgutachter Speisenversorgung, Hygienekonzept, Nachhaltigkeitsberater (IP6)
- Eigenständig > hinzuziehen Fachmann > Architekt & Projektentwickler (IP3)
- Keine Fachplaner eingesetzt (aber eingeplant) (IP3)
- Planer Energiekonzept (IP3)
- Intern (Medizinstrategie/Zielplanung) + extern (wirtschaftliche, bauliche Machbarkeit) (IP5)
- Keine Projektbezogene (IP5)
- Abstimmung mit Land (IP5)
- Nutzer (KH-Direktorium/Gremien (kaufmännisch, medizinisch, Personal, Hygiene) (IP5)

#### 1.3 Bestandteile / Besonderheiten:

- Interne Projektbeteiligte (Architekten, Haustechnikplaner, Elektroplaner, Medizintechnikplaner) (IP2)
- Auswahl der Projektstruktur, zukünftig externen Projektbeteiligten
- Pflicht AG Grundlagen/Machbarkeit ermitteln (IP2)
- Nutzer Planungsabstimmung, Anforderungen von Nutzern (IP2)

## Auswertung

- Bedarfsermittlung (IP1)
- Nicht in TGA (ab Lph.1) (IP1)
- Master-/Zielplanung (IP4)
- Oft öffentlichen AG verlangt (IP4)
- Definition Bausoll/Bedarf (DIN 18205) (IP6)
- Teilweise Machbarkeitsstudien (IP6)
- 5 Phasen (Gesamtbedarfsplanung, bauliche Entwicklungsplanung, Masterplanung und Finanzierungsplanung, Bauabschnittsplanung) (IP6)
- Zielermittlung, Bedarfsermittlung (IP3)
- Umfangreicher Entwicklungsprozess (IP3)
- Bedarfsermittlung, Projektvoraussetzung (IP5)
- Öffentliche Bedarfsplanung (Bund, Land (Landesbettenplan)), Niedersachsen Landesplanungsausschuss (IP5)
- Zielplanung einzelne Standorte (IP5)
- Machbarkeitsstudie/ Wirtschaftlichkeitsanalyse (IP5)

### 1.4 Raum- und Funktionsprogramm:

- Bedarfsermittlung, Beziehung zw. Räumen, Größe, Nutzung (IP2)
- Enge Nutzerabstimmung durch Matrix (IP2)
- Lph.0, Abschätzung Erschließungsfläche (IP2)
- Information funktionale/strukturelle Zusammenhänge (IP1)
- TGA indirekt relevant (durch Architektenpläne) (Ergänzung) (IP1)
- Ergebnis Lph.0 (IP1)
- Lph.0 zu komplex für Lph.1 (IP4)
- Ergebnis der Bedarfsplanung (IP4)
- Quantitative Vorgabe, medizinische/pflegerische Strategie (IP4)
- Ziel Lph.0 (IP6)
- Ergebnis Betriebs- & Organisationsplanung (IP6)
- Grundlage Kostenermittlung (IP6)
- Plakoda RBK (Plakoda = Planungs- und Kostendaten, RBK = Richtlinien für Baukostenplanung) (IP6)
- Notwendig für Grundrisszeichnung (IP3)
- Grobe Ermittlung Lph.0 (IP3)
- Darstellung Bedarf (IP3)
- Einreichung mit Förderantrag (Lph.3) (IP3)
- Erste Konkretisierung Bedarf (IP5)
- Abgestimmt NLBL (IP5)
- Grundvoraussetzung Förderung (IP5)

### 1.5 Bauempfehlung:

- Planungsgrundgerüst (Lph.0) (IP2)
- Stets weiterentwickelt (IP2)
- Abh. von Größe Krankenhausverbund (IP1)
- Sicherheit/Beschleunigung Planung (IP1)
- Standardisierung = Vereinfachung Planung (IP1)
- Standarträume standardisiert/ nimmt zu (IP4)
- Oft hygienisch Standards (IP4)
- Arch. meist freie Gestaltung (IP4)
- AG-Medizinstandards & AG-Baustandards Niedersachsens für Universitätskliniken (IP6)
- Standardausstattung: Musterplanung (IP3)
- Standards auch: Patientenzimmer, OP-Saal (IP3)
- Mindestausstattung (IP3)
- Angestrebte Standardisierung (IP5)
- Überprüfung in Lph.0 (parallel Raum-, Funktionsprogramm) (IP5)
- Aufbau auf technische Regelwerke (IP5)

## 2. Förderung

### 2.1 Zeitpunkt Erstkontakt Förderbehörde:

- Abschluss Lph.0 > in Lph.1: Anmeldung Bedarf: Förderbehörde (IP2)
- Lph.2 (IP1)
- GF - Sozialministerium (Vorfeld der Planung) (IP1)
- Abstimmungsprozess Lph0/1, möglichst früh (IP4)
- Unabh. Art Förderung (IP4)
- Beabsichtigung: Mündliche Absprache Ministerium (grundsätzlichen Förderfähigkeit) (IP6)
- Information Vorhaben an Fördermittelgeber in Lph.0 (IP3)

## Auswertung

- Lph.0 Ergebnis Machbarkeitsstudie (IP5)

**2.2 Art der Förderung:**

- Einzelförderung, Beantragung Landesfinanzierte Maßnahmen beim Land (IP2)
- Andere Projekte im Forschungsbereich altern. Förderung mit öffentlichen Trägern (IP2)
- Komplette Förderung, manchmal Eigenmittel (IP2)
- Vor allem Pauschalförderung; wenig privat (IP1)
- Überwiegend Einzelförderung, gelegentlich Pauschalförderung (IP4)
- Abh. Finanzierung von Bundesland (IP4)
- Landesfinanzierte Einzelförderung (GNUE > (große) Einzelmaßnahme, KNUE > (kleine) Einzelmaßnahme) (IP6)
- BU > Pauschalförderung nach KHG §9.3 (Krankenhausförderungsgesetz) (IP6)
- Stiftungsfinanzierte Maßnahmen (selten) (IP6)
- Bundesmittel (Konjunkturpaket 2) (IP6)
- 70% Fördermittel (IP3)
- Aktuell: Einzelförderung (IP3)
- Kleine Maßnahmen: Privat, Pauschalförderung (IP3)
- Landesmittel §§9.1 (größere Neuinvestitionen), §§9.3 (lose Wiederbeschaffung) (IP5)
- Bundesmittel selten (IP5)
- Pauschalförderung unbekannt (IP5)
- Bestimmung Förderhöhe > Übergabe in Teilen (IP5)

**2.3 Unterbrechung der Planung:**

- Je nach Termindruck (IP2)
- Fortsetzung Lph.5 (Risiko AG) (IP1)
- Bewilligung der Förderung = Voraussetzung Vergabe (IP1)
- Abschluss Lph.4, Vorbereitung Lph.5 (IP4)
- Gibt Wartezeiten (abh. Mündliche Abstimmung, Konsensfindung) (IP6)
- Kleine Wartezeit, langsames weiterarbeiten (IP3)
- Weiterführen/Komplettierung Lph.3 (IP3)
- Weiter bis Lph.5 (Risiko Bauherrn) (IP5)
- Keine Veröffentlichung (Verlust Förderfähigkeit) (IP5)

**2.4 Ablauf Fördermittelantrag:**

- Anwenden öffentliche Vergaberichtlinien (IP2)
- Vorantrag > Rückmeldung > Planung Lph.3 > Einreichung mit Abschluss Lph.3 (IP2)
- Nach Förderantrag Beantragung bei Änderungen (IP2)
- Bestandteile: Ergebnisse Lph.3, Kostenermittlung, diverse geforderte Formulare (IP2)
- Hinzuziehen eines Gutachters, Treffen richtiger Annahmen, da kostenrelevant (IP2)
- Frühzeitiger Kontakt Förderbehörde = Risiko gut abschätzbar (IP2)
- Prüfbehörde: NLBL (Referat Krankenhausbau) bis Lph.3 (IP1)
- Antragstellung: Abschluss Lph.3 (PF Verwendungsnachweis) (IP1)
- Kontinuierlicher Planungsprozess (IP1)
- Zusammengestellte abgeschlossene Lph.3 (Bestandteil Kostenkalkulation) > Förderbehörde (IP1)
- Dauer Bewilligung 6-12 Monate (IP1)
- Frühe Verständigung Fördermittelgeber (IP4)
- Abgestimmtes Inhaltsverzeichnis/Gliederung + Inhalte fixieren (IP4)
- Antrag bis Zusage 6-12 Monate, vorher mündliche Signale (IP4)
- Abschluss Lph.3 Einreichung Antrag (inkl. Kostenberechnung) (IP4)
- Nach Genehmigung Hinweise & Auflagen Übernahme Baugenehmigung (IP4)
- Zusage Förderfähigkeit > Bedarfsanmeldung (IP6)
- Anmeldung Vorarbeitskosten (IP6)
- Verfahren nach RL-Bau (L1 / L2) (IP6)
- Dauer 3-6 Monate (IP6)
- Einreichung Unterlagen Frühjahr > Tagung Monate später (IP3)
- Abstimmung Unterlagen mit Landesamt (Lph.3) (IP3)
- Abschluss Ing.-verträge Pakete (Lph.1-4) (IP3)
- Schnelle positive Rückmeldung = frühes weiterarbeiten (IP3)
- Nachlieferung von Unterlagen möglich (IP3)
- Lph.1-3 kontinuierliche Prüfung (IP5)
- Ständiger Kontakt NLBL (IP5)
- Ende Lph.3 abgestimmter Entwurf (IP5)
- Einreichung Jahresbeginn > Prüfung NLBL (2-3 Monate) > Übermittlung Prüfbericht (Behörde) > Prüfung Ministerium (2.Quartal) > Fördermittelbescheid (Dezember) (IP5)
- Minimierung Planungsrisiko > Abstimmung Förderbehörde (IP5)

## Auswertung

**2.5 Umgang Mehrkosten:**

- Aufgeschlüsselter Nachtrag > Entscheidung Fördermittelgeber (IP2)
- Schlüssiger Begründung > zus. Fördermittel mögl. (IP1)
- Eigenverschuldete Mehrkosten > keine zus. Fördermittel (IP1)
- Umdenken Baupreisindex ?(IP1)
- Abhängig Herkunft (IP4)
- Selbstverschuldet/ nicht selbstverschuldet (IP4)
- Berücksichtigung Preissteigerung (IP4)
- Vorhandener Puffer (unvorhersehbare Ereignisse/Maßnahme) (IP6)
- Sonst Nachtrags-HU (Haushaltsunterlage) Bau (IP6)
- Bereitschaft Preissteigerung gestiegen (IP3)
- Ausführliche & sinnvolle Nachweise/Beweise (IP3)
- Selbstverschuldung/Sonderwünsche nicht gefördert (IP3)
- Muss beantragt werden (IP3)
- Je nach Verantwortung für Mehrkosten (IP5)
- Kein Standardverfahren (IP5)
- Kein Anspruch auf Übernahme (IP5)

**3. Baugenehmigung****3.1 Zeitpunkt Erstkontakt Bauordnungsamt:**

- Meist Lph.0 (Abstimmung, manchmal Bauvoranfrage) (IP2)
- Ziel Ermittlung Rahmenbedingungen (IP2)
- Lph.3 manchmal Lph.2 (abh. Von Planungsqualität) (IP1)
- Keine Abstimmung im Vorfeld = Mehraufwand (RB. =Rahmenbedingungen Baurecht) (IP1)
- Lph.2.f Genehmigungsfähigkeit (Überschneidung Bau-, Fördermittelantrag) (IP4)
- Absicherung Planung; selten Bauvorbescheid (IP4)
- Luftfahrtrecht im Voraus (IP4)
- Ziel Risikominimierung > frühzeitige Abstimmung (IP6)
- Möglichkeit Bauvoranfrage (IP6)
- Auch sinnvoll: Abstimmung Feuerwehr, Gesundheitsamt, Gewerbeaufsichtsamt (IP6)
- Nach Zusage Förderung (IP3)
- Vorher möglich+sinnvoll (IP3)
- Lph.2 (IP5)
- Ständiger Kontakt durch (ständige) Bauten im Bestand/ wiederkehrende Prüfungen (IP5)

**3.2 Unterschiede zum konventionellen Planungsprozess:**

- Ab Lph3 bis Ende Gesundheitsamt (auch Stellungnahme Baugenehmigung) (IP2)
- Feuerwehr ab Lph.3 (IP2)
- immer Sonderbau; komplexere Planung (IP1)
- ganzheitliche Betrachtung Lph.4 Hygiene einbezogen (IP1)
- Ablauf viel komplexer (IP4)
- Höchste Honorarstufe/Komplexität Baumaßnahmen (IP6)
- Selber Ablauf, Unterschied: Komplexität, Anzahl Akteure (IP6)
- selber Ablauf (IP3)
- Hygienische Stellungnahme/Hyg. Unbedenklichkeit erf. (IP3)
- umfangreiche Betrachtung (IP5)
- evtl. weitere Behörden (IP5)

**3.3 Bauordnung:**

- Abgestimmtes Planungsgrundgerüst mit Land abgesprochen (IP2)
- Regelwerke: Baudurchführungsverordnung, techn. Regelwerke,... (IP2)
- Abstimmung Lph.2&3; Möglichkeit Einbindung Krankenhausbauordnungen anderer Bundesländer (nicht Regelfall) (IP1)
- Abweichungsanträge möglich (spätestens Lph.4) (IP1)
- Orientierung an anderen KH-Bauordnungen (IP4)
- Zunehmend weiche Vorschriften (Normen, Arbeitspapiere, Richtlinien, ähnliche) (IP4)
- Klärung Fördermittelschädlichkeit (bei zusätzlichen Maßnahmen) (IP4)
- AG-Medizinstandards & AG-Baustandards Niedersachsens für Universitätskliniken (IP6)
- Oft Orientierung KH-Bauordnung NRW > Abstimmung Bauamt (IP3)
- Auch Berlin (IP3)
- Abstimmung Bauamt welche Werke als Orientierung dienen (IP3)
- Sonderbau (IP5)
- Orientierung: Musterbauordnung NRW, brandenburgische KH und Pflege Bauverordnung, Richtlinien BW (IP5)
- Absprache NLBL an welche Richtlinie sich orientiert wird (IP5)

## Auswertung

- Hauptziel: Personensicherheit (IP5)

## 4. Fachplaner

### 4.1 Medizintechnikfachplaner:

- Wie andere Fachplaner Lph.1 (IP2)
- Planung auf Grundlage Nutzerbedarf (IP1)
- TGA baut auf Medizintechnik auf (IP1)
- Start Lph.2 selten Lph.1 (Klärung Aufgabenstellung) (IP4)
- Große Auswirkung auf Gewerke (IP4)
- Weniger Zwischenschritte (IP4)
- Teil Bedarfsplanung (IP6)
- Medizintechnik > (Baukosten); Medizingerätetechnik > (Ersteinrichtungskosten) (IP6)
- Fachplaner Lph.1 (IP3)
- Vorgabe: Funktions-, Raumkonzept (IP3)
- Kein Unterschied Abläufe, aber Stellung: Architekt -> Medizintechnik -> andere Fachplanung (IP5)

### 4.2 Einbindung:

- Beginn Lph.1 Übergabe Ergebnisse der Lph.0 (IP2)
- Gemeinsames Startgespräch (IP2)
- Zeitgleiche Einbindung (Lph.1) (IP1)
- Lph.1 (IP4)
- Frühzeitige Einbindung Experten sinnvoll (IP4)
- Zu Beginn Planung (IP6)
- Aufeinander abgestimmt (IP6)
- Zeitgleich nach Architekten / Fachplaner (IP3)
- Ausschreibung Lph.0 > Arbeitsfähigkeit Lph.1 (IP3)
- Berücksichtigung Vergabeverfahren (IP3)
- Zeitgleich Start Lph.1 (IP5)

## 5. Nutzer

### 5.1 Zeitpunkt Einbindung:

- Von Beginn (IP2)
- Abschluss Lph.3 Design-freeze. Danach Mehrkosten (IP2)
- Bestmöglich Lph.3 (verbindliche Kostenberechnung) (IP1)
- Abhängig von Funktionsbedarf (IP1)
- Ab Lph.1 stufenweise bis Lph.3 (1: fkt. Arrondierung; 2: Räuml. Disposition, 3: Baul. Qualitäten) (IP4)
- Insb. Lph.0 (Abgabe Stellungnahme) (IP6)
- Abschluss Lph.4 Design-Freeze (IP6)
- Lph.3,5: Vorstellung Entwurfsplanung > Äußerung Wünsche der Nutzer > Signing > keine Änderung (IP3)
- Frühere Einbindung = starke Verzögerungen (IP3)
- Raum-, Funktionsprogramm keine Einbindung (IP3)
- Während Raum Funktionsprogramm (IP5)
- Insbesondere Lph.1-3 (IP5)
- Ende Einreichung Förderantrag (IP5)

### 5.2 Beteiligte:

- Alle Akteure (Pflege, Ärzte, Hygiene, Versorgung, Betriebstechnik) (IP2)
- Mehr als üblich (Ambulante Patienten, Stationäre Patienten, verschiedene Ärzte der Stationen) (IP2)
- Hygiene (IP1)
- Pflege, Medizin, Hygiene, Behindertenbeauftragte u.a., Betriebstechnik, Querschnittsverantwortliche, Verwaltung & Personalgremien (IP4)
- Stationsärzte, Oberärzte & Servicebereiche / Versorgung (IP5)
- Lenkungsausschüsse (Gremientreffen: Projektleitung, Geschäftsführung, KH-Direktorium) (IP5)

### 6. Zusätzliche Behörden:

- Gesundheitsamt (IP2)
- Gesundheitsamt; Entwässerungsamt, Energieversorger; Sondergutachter; Prüfsachverständige ab Lph.5) (IP1)
- Stadtplanung / Bauordnungsamt / Bauaufsicht / Feuerwehr (in LPH2) (IP4)
- Gesundheitsamt und die Gewerbeaufsicht (in LPH2/3) (IP4)
- Besonderheit Lph.2/3: Berufsgenossenschaft, Luftfahrtbehörde (IP4)
- Arbeitsschutz/-sicherheit, Gesundheitsamt, Krankenhaushygiene, Gewerbeaufsichtsamt, Feuerwehr (IP6)
- Finanzierung: MWK, NLBL und LRH, AfHuF (IP6)
- Gesundheitsamt (IP3)

**Auswertung**

- Landesbehörden (LPH1), Projektstart: Land & Region (IP5)
- Bauaufsicht Lph.2 (IP5)
- Flugsicherheit (IP5)
- Gesundheitsamt (kritische Behörde) (IP5)

**7. Weitere Informationen:**

- Mehr Richtlinien (IP2)
- Hoch komplex, Kosten Technik > Kosten Architektur (IP2)
- Patienten = große Verantwortung (IP2)
- Viele versch. Sonderbereiche > Anforderungen (IP1)
- Anforderungen Brandschutz (IP1)
- Funktionelle, technische Komplexität (IP1)
- Vielfalt Funktionen/Nutzer (IP4)
- Dauer Genehmigung 8-12 Monate größere Maßnahmen (IP6)
- Komplexität, technische Anforderung, Anzahl Beteiligter (IP6)
- Mehr Transport Medien (IP3)



Abbildung 36  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 1 und 2 Teil 1

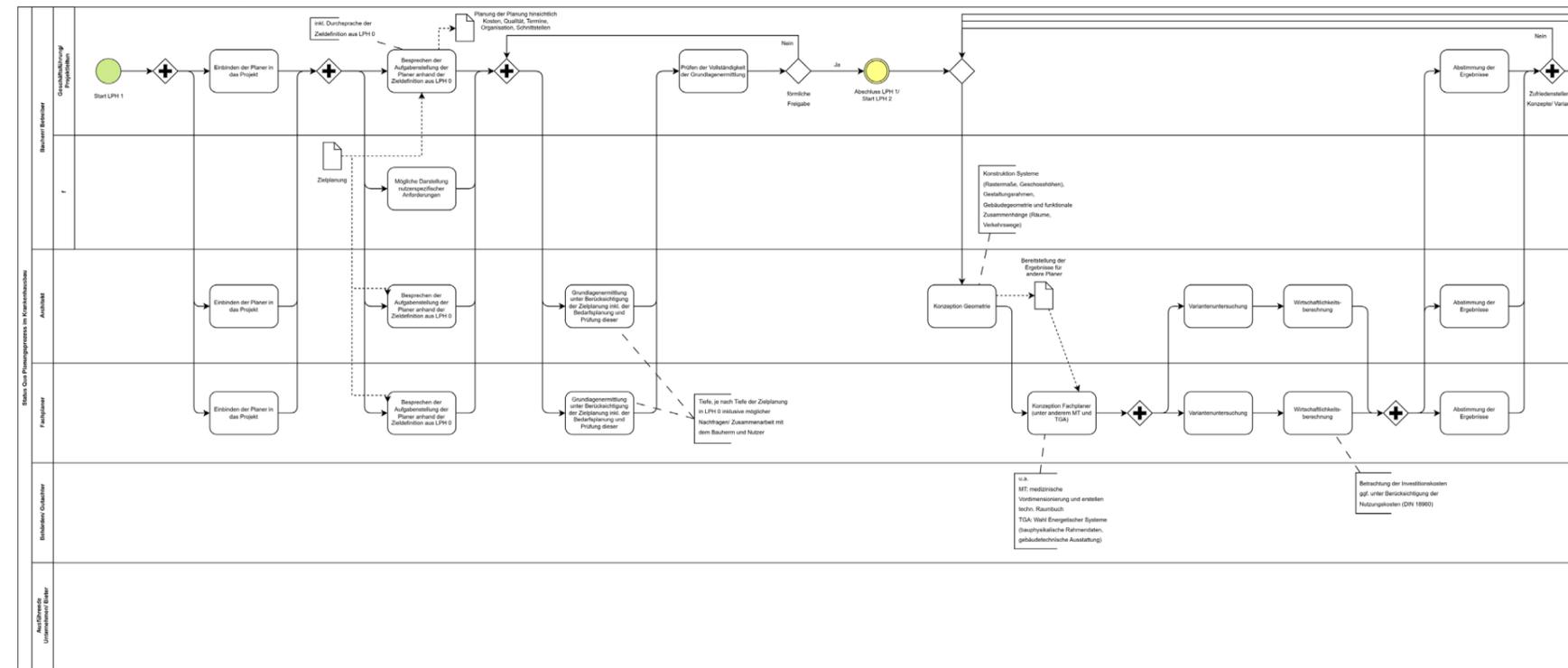


Abbildung 37  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 1 und 2 Teil 2

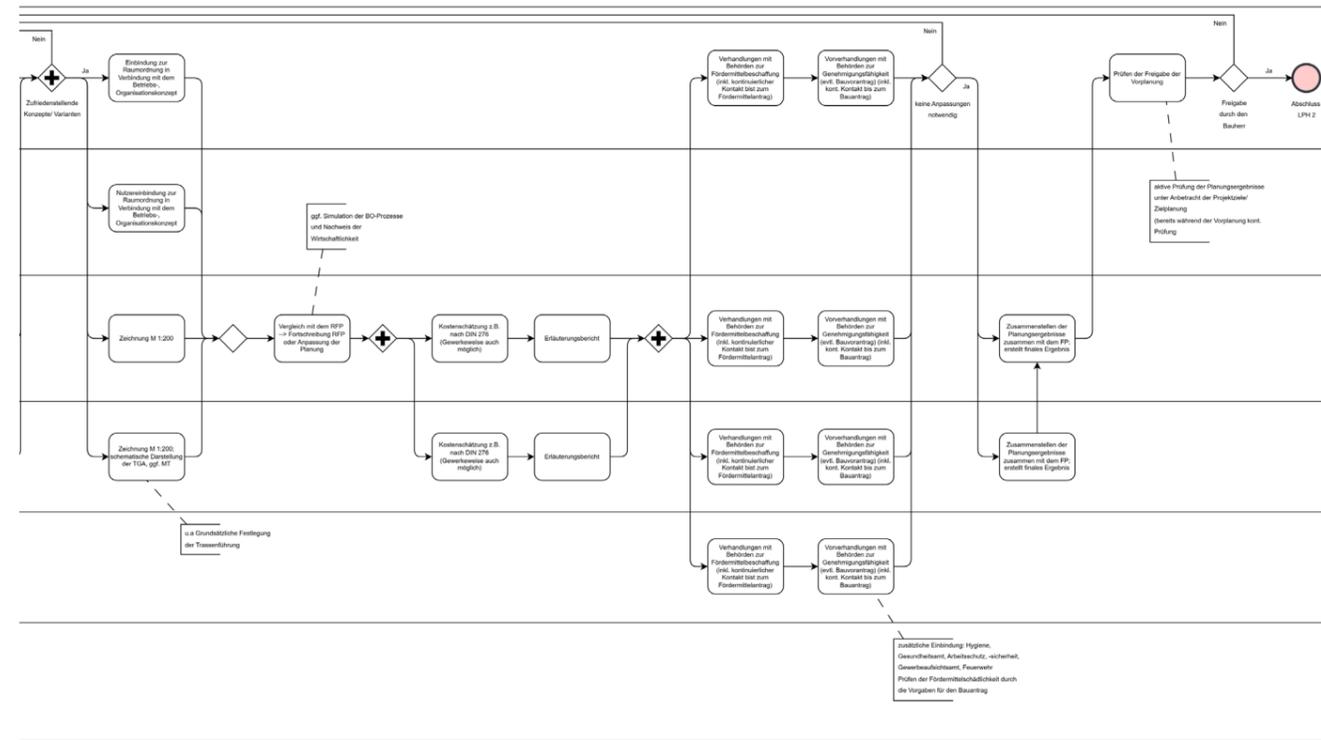


Abbildung 38  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 3 Teil 1

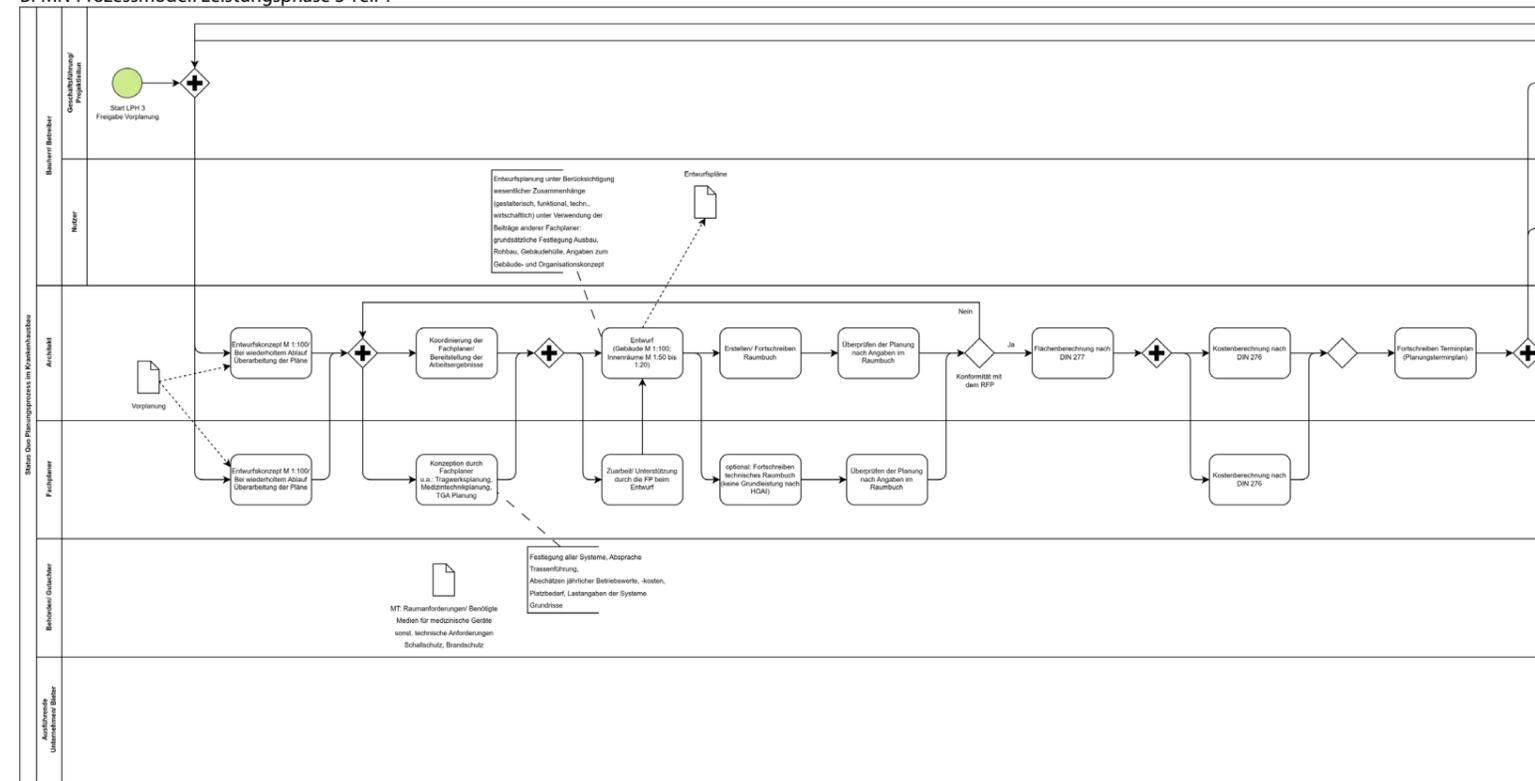


Abbildung 39  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 3 Teil 2

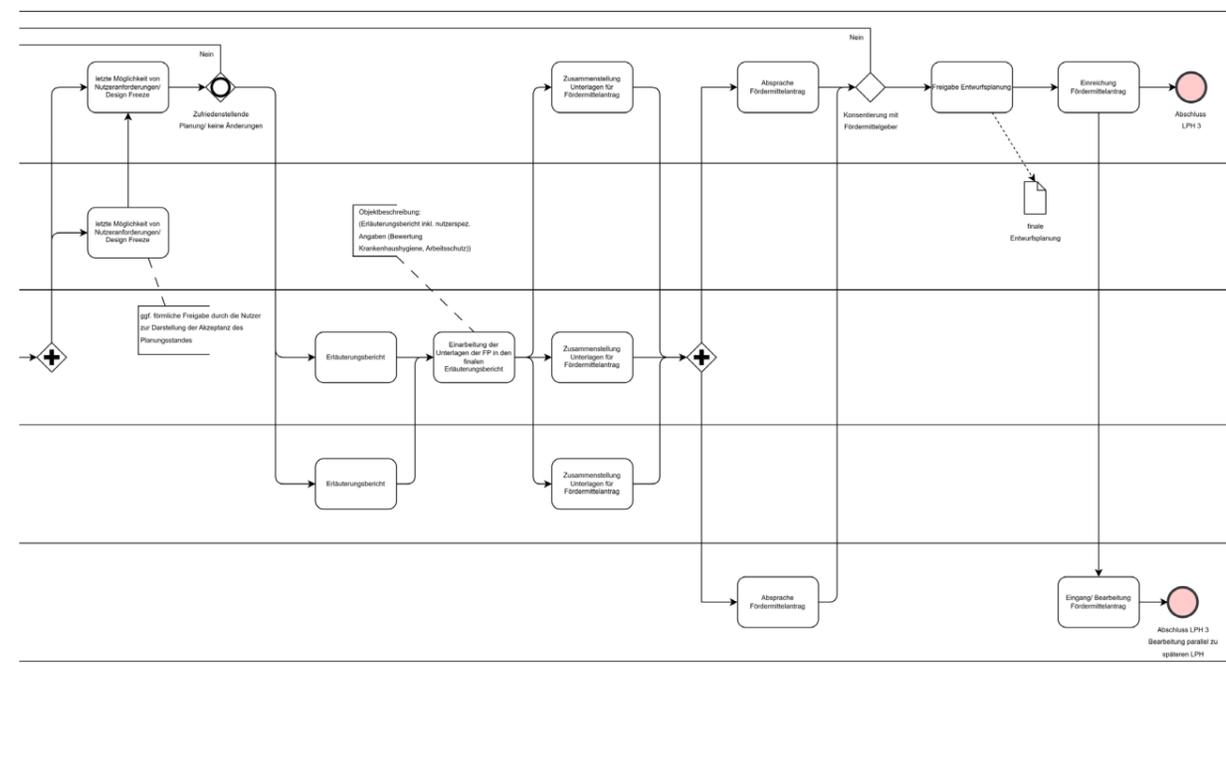


Abbildung 40  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 4

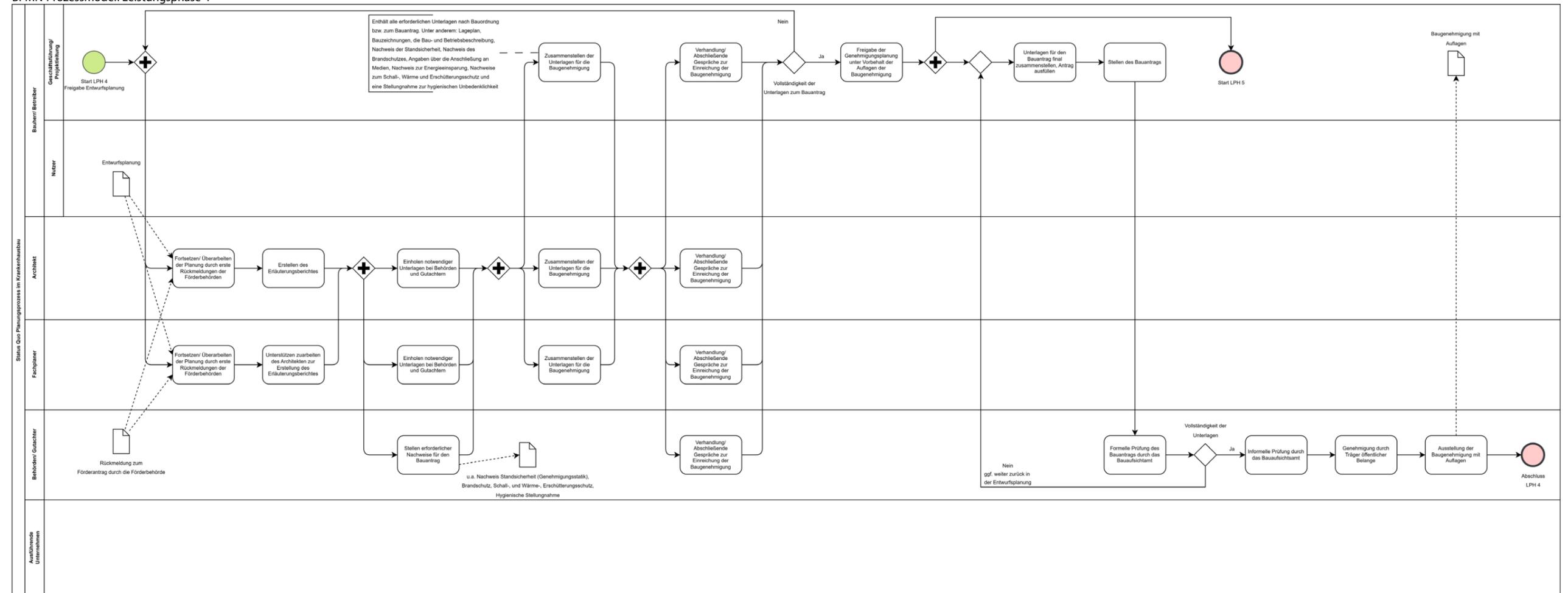


Abbildung 41  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 5

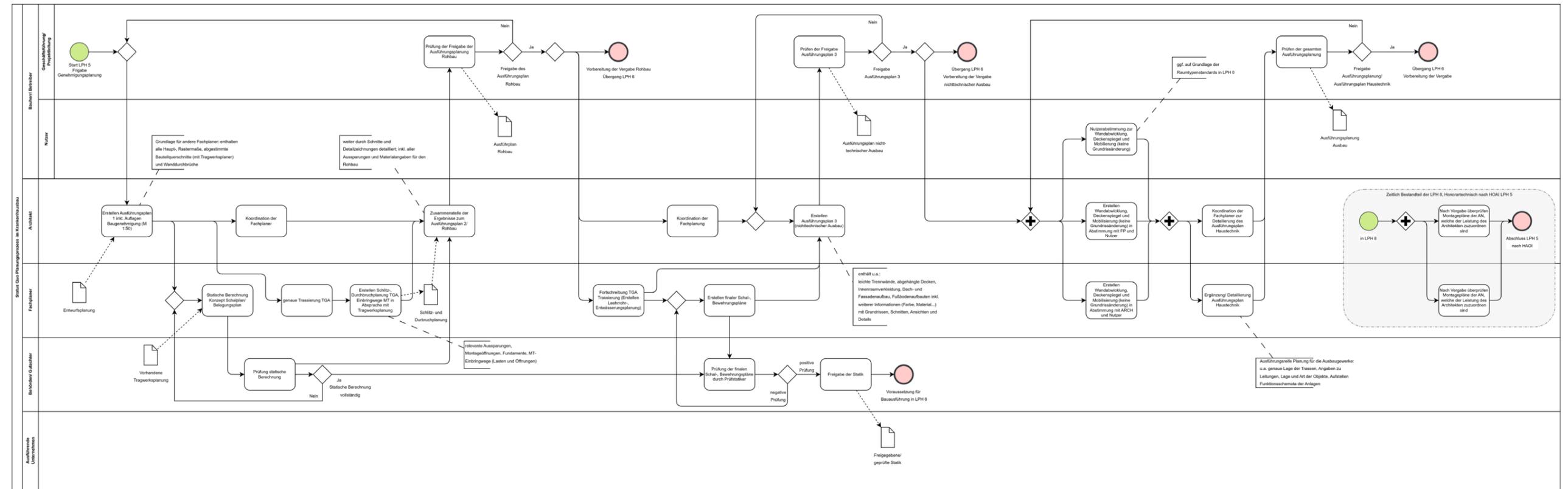


Abbildung 42  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 6

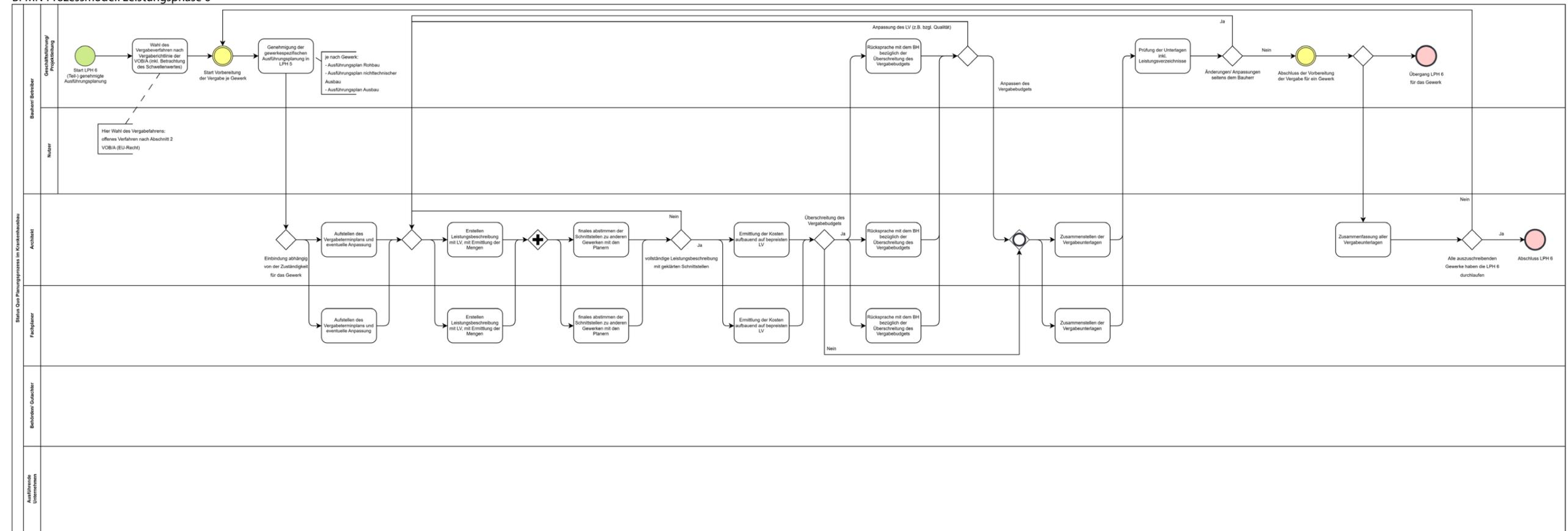


Abbildung 43  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 7 Teil 1

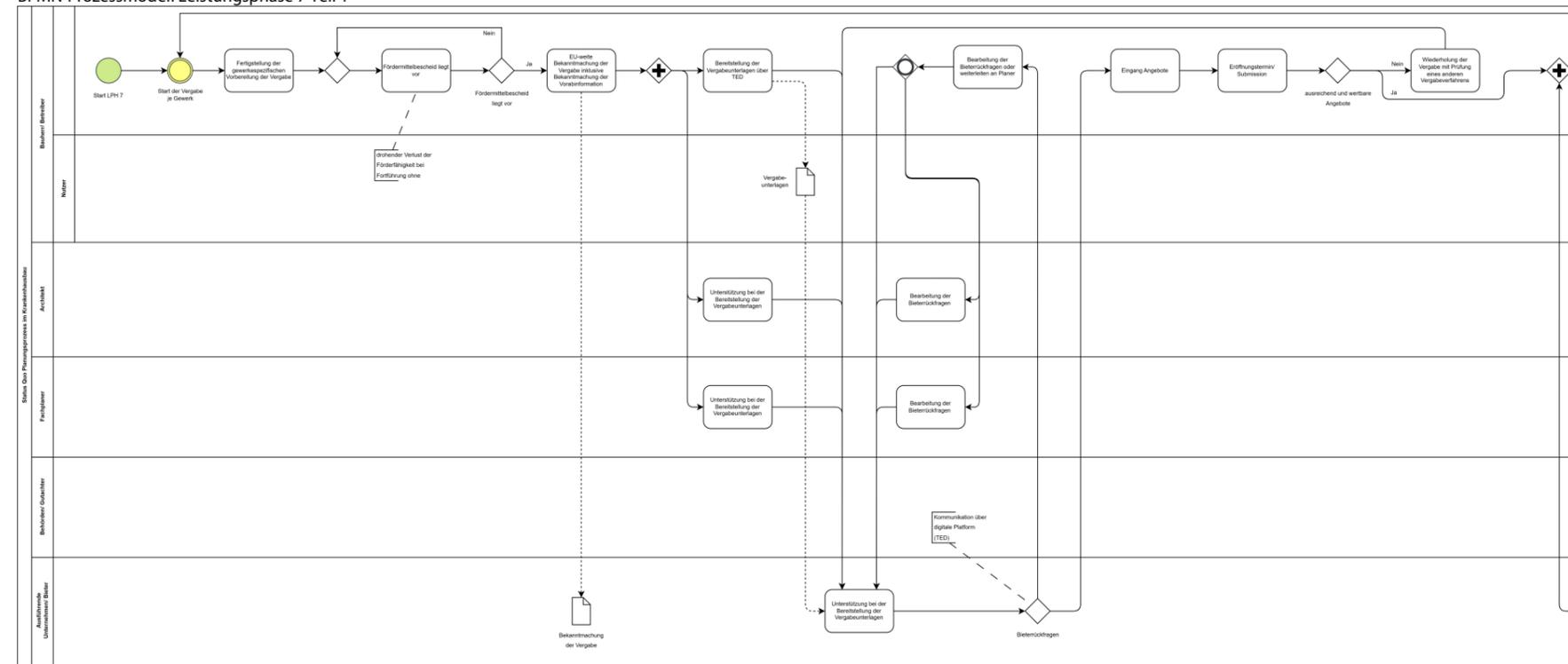


Abbildung 44  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 7 Teil 2

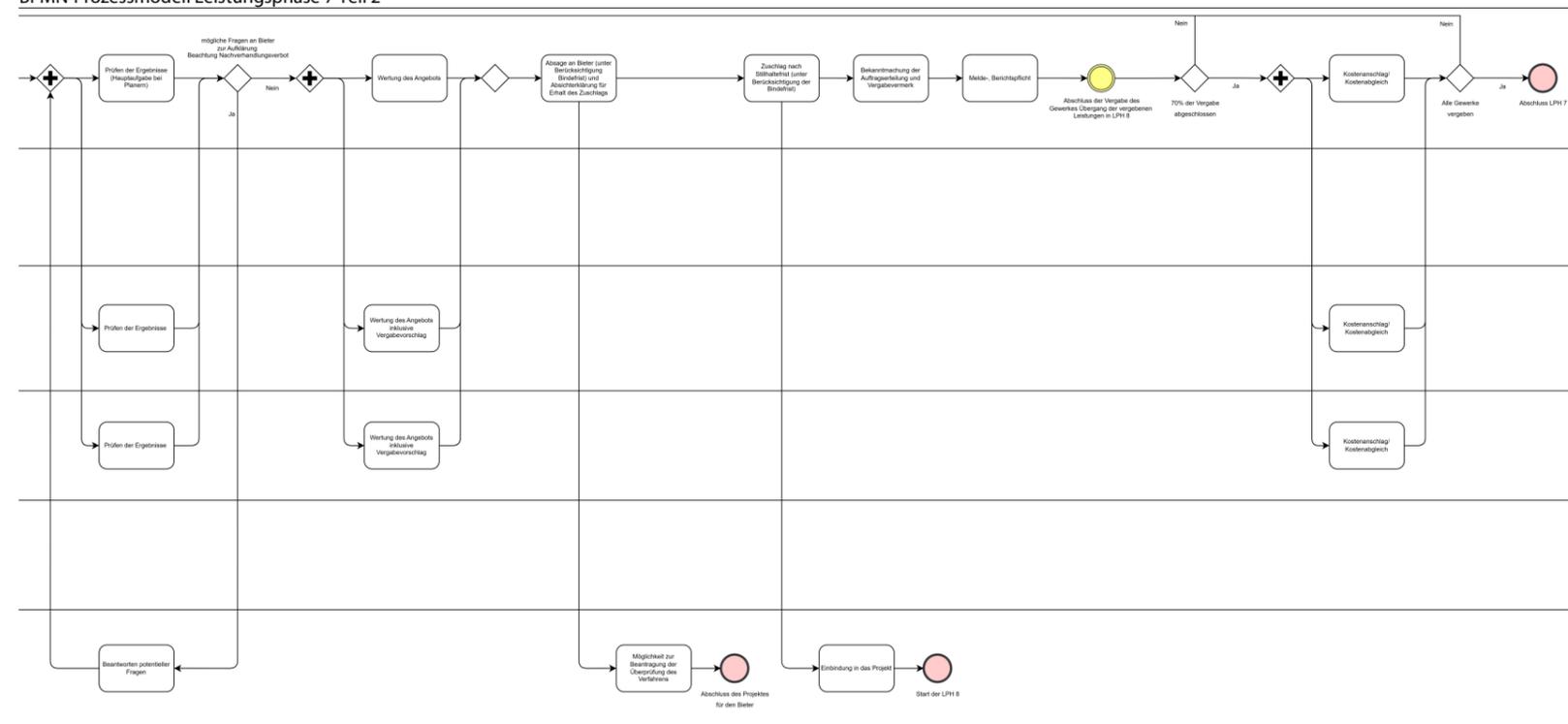


Abbildung 45  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 8 Teil 1

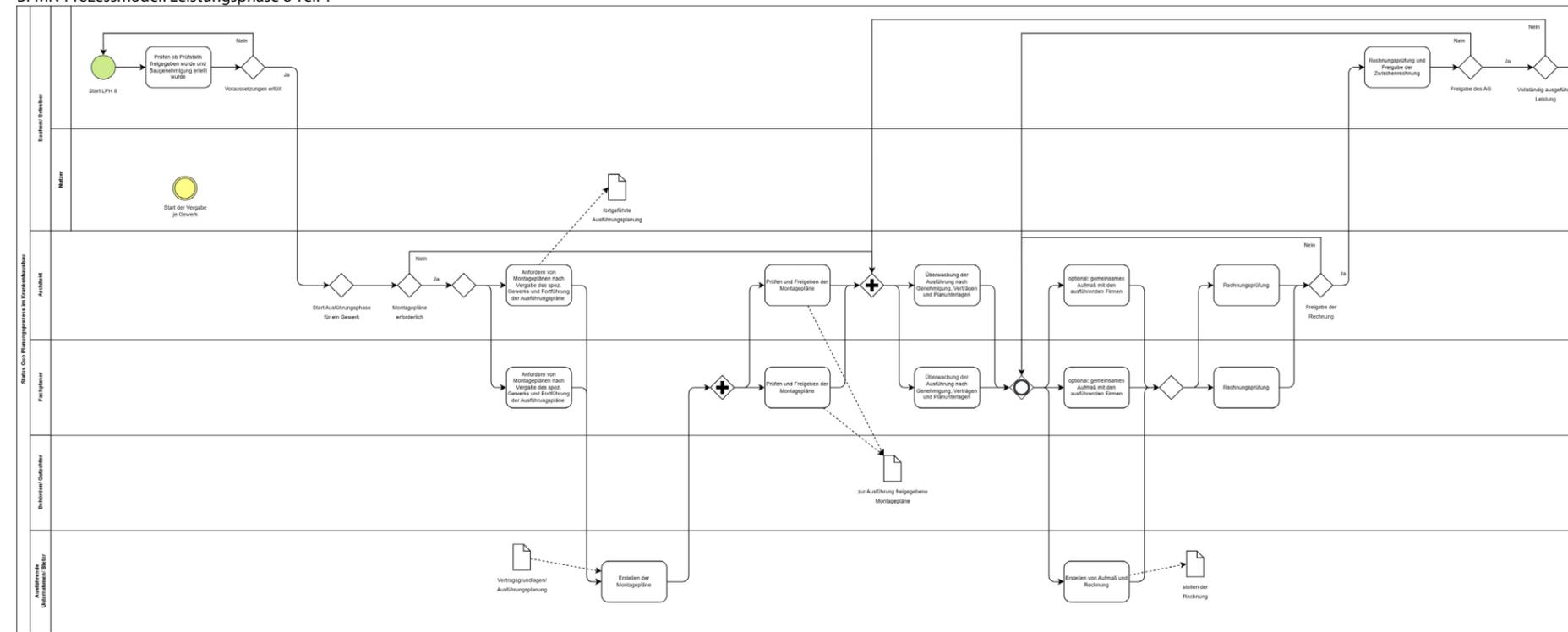


Abbildung 46  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 8 Teil 2

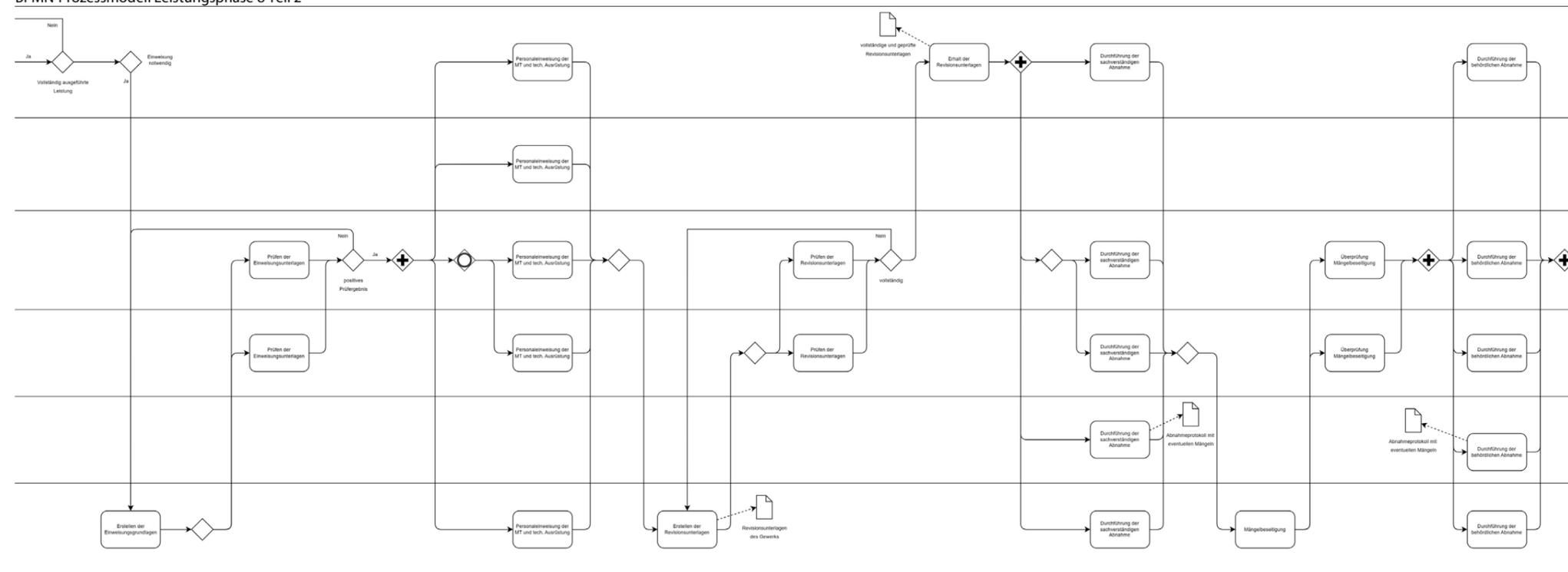
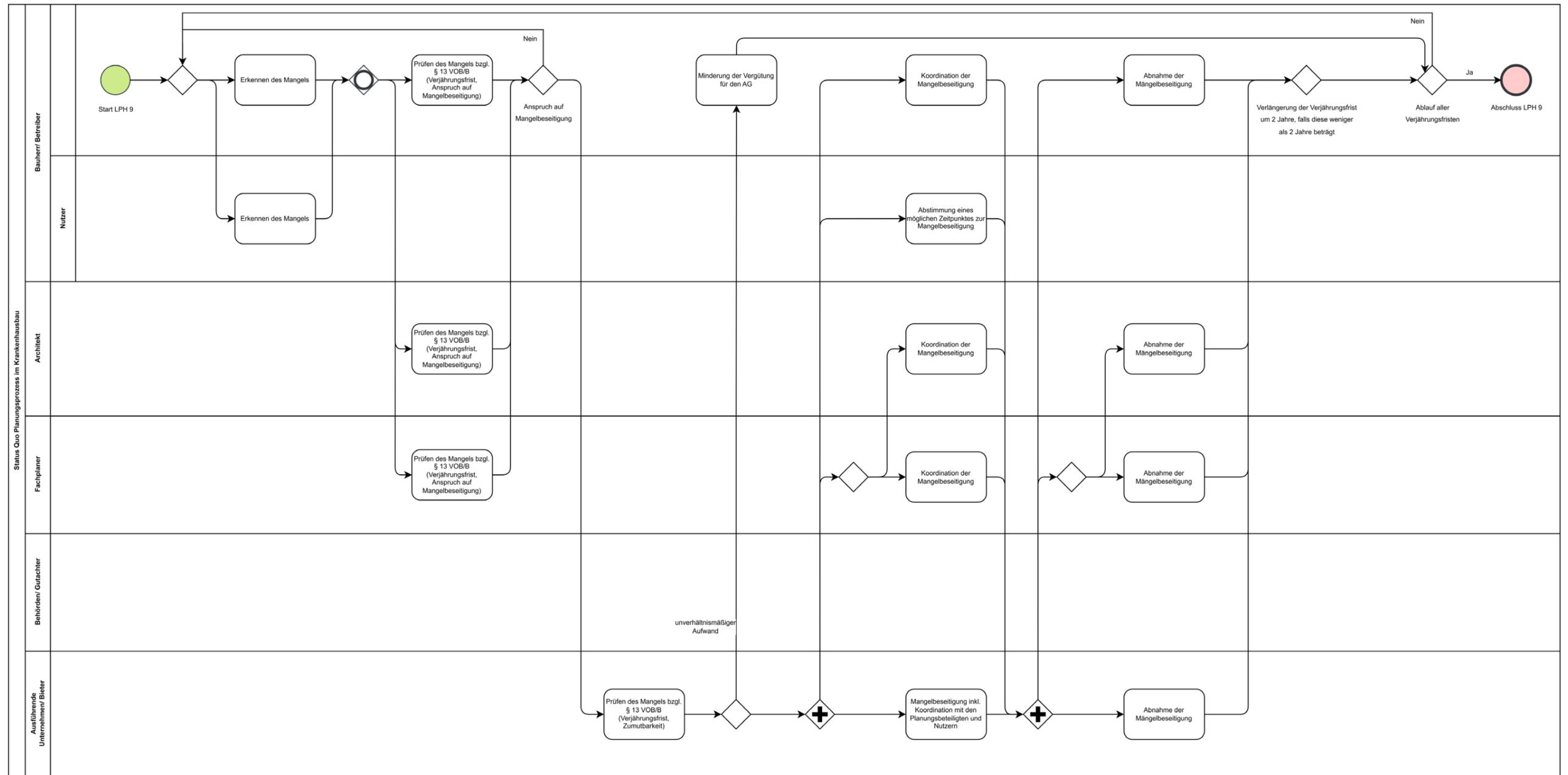




Abbildung 48  
BPMN-Prozessmodell Leistungsphase 9



## Anhang E:

# Zuordnung BIM-Anwendungsfälle zu BIM-Zielen

### 001 Digitale Nutzerabstimmung

#### Planung und Bauausführung

Eine digitale Nutzerabstimmung wird sorgt *erhöht die Transparenz für die beteiligten Nutzer* des Gebäudes. Durch Ihre fachspezifische Erfahrung können die zukünftigen Nutzer z.B. einen Beitrag zur *Sicherstellung der Barrierefreiheit* leisten und *Planungsfehler erfahrungsbedingt erkennen*. Insgesamt sorgt die digitale Nutzerabstimmung zu einer *Erhöhung der Planungsqualität und -effizienz* beitragen und *Variantenentscheidungen fördern* – was ebenso einen positiven Einfluss auf die *Kostenkontrolle und Risikominimierung* hat

#### Betrieb

Digitale Nutzerabstimmungen in der Planungsphase haben auch im Betrieb positive Auswirkungen, die u.a. zu einen verbesserten *Patienten- und Gerätemanagement* und der *Erhöhung der Patientensicherheit* beitragen kann. Der *Betriebsablauf kann frühzeitig optimiert* werden, was eine *Effizienzsteigerung im FM/Gebäudemanagement* zur Folge hat.

### 002 Standardisierte 3D-Raumtypen-Datenbank

#### Planung und Bauausführung

Eine standardisierte 3D-Raumtypen-Datenbank bringt eine Vielzahl von Verbesserungen für die Planung und Bauausführung von Krankenhäusern. So können die *Transparenz für Beteiligte*, die *Sicherstellung von Barrierefreiheit*, die *Planungsqualität & -effizienz* und *Kostenkontrolle & Risikominimierung* deutlich verbessert werden, da die Datengrundlage und der Wissenstransfer über viele Projekte hinweg verbessert werden. Eine Raumtypen-Datenbank sorgt überdies für eine Vereinfachung der Bedarfsplanung sowie eine stetige *Optimierung von Schnittstellen* und erleichtert die *Variantenentscheidung*

#### Betrieb

Für den Betrieb sind durch eine standardisierte 3D Raumtypen-Datenbank zahlreiche Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement*, die *Verbesserung des Patienten- und Gerätemanagements*, insgesamt eine *Optimierung des Betriebsablaufs* sowie die *Erhöhung der Patientensicherheit* zu erwarten.

#### Lebenszyklusübergreifend

Über alle Lebenszyklusphasen eines Krankenhauses kann die Standardisierte Raumtypendatenbank einen Beitrag leisten das *Kostencontrolling zu verbessern*.

### 010 Bestandserfassung und -modellierung

#### Planung und Bauausführung

Die Modellierung des Bestandes kann innerhalb der Planungs- und Bauausführung einen positiven Einfluss auf die *Planungsqualität und -effizienz* ausüben. So können *Planungsfehler frühzeitig erkannt* werden und *Variantenentscheidungen besser abgewogen* werden. Die Mitbetrachtung des Bestandes sorgt überdies für eine *Optimierung von Schnittstellen* und erhöht die *Transparenz für die Beteiligten*.

## Lebenszyklusübergreifend

Den Bestand zu erfassen, zu modellieren und detailliert in die Planung mit einzubeziehen, kann zur *Steigerung ökologischer Nachhaltigkeit* beitragen, da vorhandene Gegebenheiten, Materialien und Umgebungsparameter bestmöglich in die Planung integriert werden können.

## 011 Erstellung Umgebungsmodell

### Planung und Bauausführung

Ebenso wie die Bestandserfassung und -modellierung sorgt auch die Erstellung eines Umgebungsmodells für mehr *Transparenz für Beteiligte* und kann zu einer Verbesserung der *Planungsqualität und -effizienz* beitragen. So können *Planungsfehler frühzeitig erkannt* werden und *Variantenentscheidungen besser abgewogen* werden.

## 020 Bedarfsplanung

### Planung und Bauausführung

Eine umfassende Bedarfsplanung trägt zu mehr *Transparenz für Beteiligte* und einer *Erhöhung der Planungsqualität und -effizienz* bei und sorgt damit ebenfalls für eine *Verbesserung der Kostenkontrolle und Risikomanagement*. Hier kann frühzeitig das Augenmerk auf eine *rechtssichere Planung* gelegt werden und eine *Variantenentscheidung* begünstigen.

## 030 Planungsvarianten (bzw. Erstellung haushaltsbegründeter Unterlagen)

### Planung und Bauausführung

Der modellbasierte Variantenvergleich bedeutetet mehr *Transparenz für Beteiligte* und erhöht die *Planungsqualität & -effizienz* und verbessert die *Kostenkontrolle & Risikominimierung*. Der modellbasierte Vergleich von Varianten erleichtert die *Variantenentscheidung* deutlich, da eine bessere Vergleichbarkeit der Varianten erreicht werden kann. Auch für die *Sicherstellung der Barrierefreiheit* kann ein modellbasierter Variantenvergleich hilfreich sein, da eine gute Lösung schneller und vollumfänglich und damit fehlerfreier erkannt und gewählt werden kann.

### Betrieb

Im laufenden Betrieb kann ein modellbasierter Vergleich von Varianten zur *Effizienzsteigerung im FM/Gebäudemanagement* beitragen und für eine *Optimierung des Betriebsablaufs* sorgen. Ebenso wie in der Planungsphase wird auch im Betrieb, zum Beispiel durch das Sicherstellen von Barrierefreiheit auch im laufenden Betrieb die *Patientensicherheit erhöht*.

## Lebenszyklusübergreifend

Über alle Lebenszyklusphasen eines Krankenhauses modellbasiert Varianten vergleichen zu können kann einen Beitrag leisten das *Kostencontrolling zu verbessern* und die *ökologische Nachhaltigkeit* steigern.

## 040 Visualisierung

### Planung und Bauausführung

Visualisierungen haben einen großen Einfluss auf die Verbesserung von *Transparenz für Beteiligte* und erhöht die *Planungsqualität & -effizienz*. Hier können ebenfalls Verbesserungen im Bereich *Kostenkontrolle & Risikominimierung* erzielt werden. Unter Anderem das frühzeitige Erkennen von Kollisionen spielt hierbei eine große Rolle. Auch wird die Bedarfsplanung vereinfacht, da bereits in frühen Planungsstadien eine verbesserte

Kommunikation mit den Nutzern ermöglicht wird. Überdies wird eine *Variantenentscheidung* deutlich vereinfacht, da eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden kann, z.B. durch den Vergleich in Bezug auf ein *optimiertes Energiemanagement*

### **Betrieb**

Visualisierungen können im Betrieb zu einer *Verbesserung des Patientenmanagements* beitragen und insgesamt den *Betriebsablauf optimieren*.

## **050 Koordination der Fachgewerke**

### **Planung und Bauausführung**

Fachgewerke BIM-basiert koordinieren zu können trägt maßgeblich zu mehr *Transparenz für die Beteiligten* bei und *erhöht die Planungsqualität und -effizienz* erheblich – *Risiken werden minimiert und eine verbesserte Kostenkontrolle* ermöglicht. Besonders durch die Verknüpfung verschiedener Fachmodelle werden *Schnittstellen optimiert* und *Planungsfehler frühzeitig sichtbar*. Während der Bauausführung sorgt die Koordination der Fachgewerke mithilfe der BIM-Methode für ein *nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement*.

### **Betrieb**

Neben der Planungsphase und Bauausführung ist die Koordination der verschiedenen Gewerke bei Baumaßnahmen im Betrieb von wesentlicher Bedeutung für eine *Effizienzsteigerung des FM/Gebäudemanagements*, die *Optimierung des Betriebsablaufs*, sowie ähnlich wie bereits in der Bauausführung für ein *nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement*.

## **050.001 Nutzung gemeinsame Planungsplattform (CDE)**

### **Planung und Bauausführung**

Ähnlich wie schon bei der Freigabe durch eine gemeinsam genutzte CDE beschrieben, wird die *Transparenz für Beteiligte* erhöht sowie die *Planungsqualität und die -Effizienz* gesteigert, sowie die *Variantenentscheidung* durch eine bessere Vergleichbarkeit gesteigert. Die Verwendung sorgt überdies für eine *bessere Kostenkontrolle*, die *Minimierung von Risiken und ein nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement*. Grund dafür sind neben den bereits genannten Aspekten die Möglichkeit *Kollisionen frühzeitig zu erkennen* und auch eine bessere Bedarfsplanung vornehmen zu können. Durch die Verwendung einer CDE bestehen können außerdem *Schnittstellen optimiert* genutzt werden.

### **Betrieb**

Der *Betriebsablauf* kann durch die Nutzung einer gemeinsamen Planungsplattform verbessert werden, da alle Informationen für berechtigte Personen einsehbar sind und das *modellbasierte Änderungsmanagement nachvollziehbar* gestaltet werden kann. Ebenso ist eine *Effizienzsteigerung beim FM und beim Gebäudemanagement* zu erwarten, der durch die gemeinsame Datengrundlage und Plattform zu erwarten.

### **Lebenszyklusübergreifend**

Die Nutzung einer gemeinsamen Datenplattform kann einen *Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit* leisten. Hier können z.B. Informationen zu Materialien, Haltbarkeit und Wartungsanforderungen abgefragt werden, die eine lange Lebensdauer der Bauteile, des Inventars oder von Gerätschaften fördern oder deren Verwendung optimieren. Das *Änderungsmanagement bleibt nachvollziehbar*. Beide Aspekte bedeuten ein *verbessertes Kostencontrolling* über die ganze Lebensdauer des Gebäudes.

## 050.002 Planungsfreigabe durch CDE

### Planung und Bauausführung

Die Planungsfreigabe durch eine CDE sorgt für *Transparenz* zwischen den verschiedenen Planungsbeteiligten. Die *Effizienz und Planungsqualität* steigen ebenfalls durch die Einheitliche Datengrundlage und klare Freigabeabläufe und sorgt für ein *nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement*. Die *Variantenentscheidung* kann ebenfalls begünstigt werden, da der Freigabeprozess in der CDE eine eindeutige Dokumentation der Entscheidungen fördert.

### Lebenszyklusübergreifend

Die Freigabe über eine gemeinsame Datenplattform kann einen *Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit* leisten, indem für die Nachhaltigkeit relevante Aspekte besser sichtbar und damit auch vergleichbarer gemacht werden können. Überdies sorgt eine Planungsfreigabe durch ein CDE für ein *nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement*

## 060 Planungsfortschrittskontrolle und Qualitätsprüfung

### Planung und Bauausführung

Die Fortschrittskontrolle über ein CDE zugänglich abzubilden, *Erhöht die Transparenz für alle Planungsbeteiligten* und *erhöht auch die Planungsqualität & -effizienz* durch das Vermeiden von Fehlern und Missverständnissen in Bezug auf den Projektstand. Das *Änderungsmanagement bleibt nachvollziehbar*. Auch können *Kollisionen früher erkannt* werden. Diese Aspekte sorgen in Folge für eine *Minimierung des Risikos und erhöht die Kontrolle über die Kosten des Projektes*. Überdies sorgt die frühe Erkennung von Kollisionen für die *Optimierung Schnittstellen*. Durch die Möglichkeit immer genau zu wissen, an welcher Stelle in der Planung und Bauausführung sich ein Vorhaben befindet, können auch im Bereich der Sicherstellung von Barrierefreiheit Verbesserungen. Ein Beispiel hierfür wären die *Sicherung von Barrierefreien Zugängen* während Baumaßnahmen im laufenden Betrieb, da die Personen, die hier die entsprechenden Wege ausweisen müssen, direkten Einblick in den Stand der Baumaßnahme nehmen können und so Fehler oder durch mangelhafte Kommunikationsabläufe umgangen werden können.

## 060.001 Modellprüfung

### Planung und Bauausführung

Die Prüfung eines Digitalen Gebäudemodells kann sowohl auf geometrischer, semantischer oder logischer Basis erfolgen. Kollisionen, z.B. die Lage von für die Haustechnik relevanten Lüftungskanälen in Bezug auf die tragenden Bauteile eines Gebäudes ist ein Beispiel für den Beitrag einer geometrischen Prüfung zur *frühzeitigen Erkennung von Kollisionen* im Planungsprozess. Die Sicherstellung von Barrierefreiheit ist mit der Prüfung logischer Informationen möglich. Modellprüfungen aller drei Kategorien dienen dem Ziel die *Planungsqualität und -effizienz* zu erhöhen und zur *Kostenkontrolle und Risikominimierung* beizutragen. Ebenfalls trägt die Überprüfung auf baurechtliche Aspekte erheblich zur *Risikominimierung* und damit auch zur *Kontrolle der Kosten*, sowie der Planungssicherheit bei.

### Lebenszyklusübergreifend

Das Verknüpfen semantischer Informationen kann lebenszyklusübergreifend einen *Beitrag zur ökologischen Nachhaltigkeit und einem verbesserten Energiemanagement* leisten. Das *Änderungsmanagement* bleibt über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks nachvollziehbar. Hier können z.B. Informationen zu Energieverbrauch Materialien, Haltbarkeit und Wartungsanforderungen hinterlegt werden, die eine lange Lebensdauer fördern oder die Rezyklierbarkeit von Materialien ermöglichen und somit letztlich auch ein *verbessertes Kostencontrolling* über den gesamten Lebenszyklus bedeuten.

## 070 Bemessung und Nachweisführung

### Planung und Bauausführung

Die Bemessungen Nachweisführung über ein CDE abzuwickeln, bedeutet sowohl für die Planungs- als auch für die Betriebsphase eine *erhöhte Transparenz* für alle Planungsbeteiligten, da die Informationen nicht mehr einzeln bei Planungspartnern eingeholt werden müssen. Überdies ist die damit verbundene Vollständigkeit und Aktualität der Unterlagen ein Garant für eine *bessere Qualität der Planung*. Überdies kann so eine Verbesserung in der *Vergleichbarkeit von Planungsvarianten* ermöglichen, was zusammen mit den bereits aufgeführten Zielen ebenfalls erneut die *Risiken minimiert* und eine *bessere Kontrolle über die Kosten* ermöglicht.

Auch im Bereich der *Sicherung von Barrierefreiheit* bietet die zentrale Nachweisführung Vorteile, da hier sowohl die Vollständigkeit aller Informationen und die Übersicht über erforderliche Nachweise erleichtert wird.

### Betrieb

Durch die Bemessungs- und Nachweisführung an einer zentralen Informationsstelle werden auch im Betrieb Verbesserungen erzielt. So kann die *Effizienz im Bereich Facility- Gebäude- und Objektmanagement gesteigert* werden, da das aufwendige Pflegen und Suchen in abgelegten Unterlagen entfallen kann. Auch für die *Patientensicherheit* können hier Verbesserungen erzielt werden. Zum Beispiel durch eine Verbesserte Übersicht über Wartungsbedarf von Geräten oder anderen Materialien mit denen Patienten in Kontakt kommen. Insgesamt kann hier eine *Optimierung des gesamten Betriebsablaufes* erzielt werden.

### Lebenszyklusübergreifend

Durch den besseren Überblick über z.B. den Wartungsbedarf der Geräte, können unter anderem Lebensdauer von Geräten bessert werden, was einen ressourcenschonenderen Umgang mit Anschaffungen und somit eine *Verbesserung im Bereich der ökologischen Nachhaltigkeit* sowie ein *verbessertes Kostencontrolling* ermöglicht. Ein anderes Beispiel für Verbesserungspotential ist einen besseren Überblick über Materialien und Inhaltsstoffe, die die Entsorgung von Gütern nachhaltiger gestalten kann.

## 070.001 Modellbasierte Freihaltebereiche

### Planung und Bauausführung

Bereits in der Planungsphase können Freihaltebereiche im Modell hinterlegt werden. Dies sorgt für eine *Erhöhung der Planungsqualität und -effizienz*, ein *verbessertes Kosten- und Risikomanagement* und *optimierte Schnittstellen*. Er können *Planungsfehler frühzeitig sichtbar gemacht* werden. Modellbasierte Freihaltebereiche vereinfachen eine *rechtssichere Planung*, tragen zu einer *Sicherstellung der Barrierefreiheit* bei und sorgen für *mehr Transparenz*. Modellbasierte Freihaltebereiche können überdies einen positiven Einfluss auf die Entscheidungsfinden mit sich bringen.

### Betrieb

Auch im Betrieb sorgen Modellbasierte Freihaltebereiche für eine *Effizienzsteigerung im FM/Gebäudemanagement*, *verbessern das Gerätemanagement* und die *Patientensicherheit* – so kann der *Betriebsablauf optimiert* werden.

## 070.002 Modellbasierte TGA-Berechnungen

### Planung und Bauausführung

Werden die TGA-Berechnungen auf Basis des BIM-Modells durchgeführt, sind *Planungsfehler früher erkennbar*, was zu einer *Erhöhung der Planungsqualität und -effizienz* und auch zu einer besseren *Kostenkontrolle und einer Risikominimierung* beiträgt. Durch das vollständige Abwickeln der TGA-

Berechnungen nach der BIM-Methodik werden *Schnittstellen optimiert* und der Prozess *transparenter* für alle Beteiligten. Es wird überdies einfacher zwischen *Planungsvarianten* entscheiden zu können.

### **Lebenszyklusübergreifend**

Berechnungen auf Basis des BIM-Modells haben lebenszyklusübergreifend eine positive Auswirkung auf die *Steigerung der ökologischen Nachhaltigkeit* und eine *Verbesserung des Energiemanagements* eines Gebäudes.

## **070.003 Anwendungsbezogene Simulationen**

### **Planung und Bauausführung**

Anwendungsbezogene Simulationen bedeuten mehr *Transparenz für Beteiligte*, erhöht die *Planungsqualität & -effizienz*, verbessert die *Kostenkontrolle & Risikominimierung* und sorgt des Weiteren für die *Sicherstellung von Barrierefreiheit*. Überdies wird eine *Variantenentscheidung* deutlich vereinfacht, da eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden kann.

### **Betrieb**

Durch anwendungsbezogene Simulationen kann der *Betriebsablauf optimiert* und die *Sicherheit von Patienten verbessert* werden.

## **070.004 Materialkataster**

Die Erstellung eines Materialkatasters auf Basis des BIM-Modells sorgt für eine *Erhöhung der Planungsqualität und -effizienz* und auch zu einer besseren *Kostenkontrolle und einer Risikominimierung*. Es werden *Schnittstellen optimiert* und der Prozess *transparenter* für alle Beteiligten. Es wird überdies einfacher zwischen *Planungsvarianten* entscheiden zu können und erleichtert eine *rechtssichere Planung*.

### **Lebenszyklusübergreifend**

Ein Materialkataster auf Basis des BIM-Modells hat lebenszyklusübergreifend eine positive Auswirkung auf die *Steigerung der ökologischen Nachhaltigkeit* sowie eine *Verbesserung des Energiemanagements* des Bauwerks.

## **070.005 Ökobilanzierung**

### **Planung und Bauausführung**

Ein Life Cycle Assessment (LCA) erhöht die *Planungsqualität & -effizienz* und verbessert die *Kostenkontrolle & Risikominimierung*. Überdies wird eine *Variantenentscheidung* erleichtert.

### **Betrieb**

Für den Betrieb sind durch ein LCA Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement* und die *Verbesserung des Gerätemanagements* zu erwarten.

### **Lebenszyklusübergreifend**

Die *ökologische Nachhaltigkeit* sowie das *Energiemanagement* kann durch ein LCA lebenszyklusübergreifend verbessert werden.

## 080 Ableitung von Planunterlagen

### Planung und Bauausführung

Die Erstellung von 2D-Planableitungen aus dem BIM-Modell heraus sorgt für eine deutliche *Erhöhung der Effizienz* innerhalb der Projektbearbeitung. Es wird vermieden, dass bei unterschiedlich Projektbeteiligte redundante Daten parallel gepflegt werden müssen. Hierdurch vermindert sich das Fehlerpotential und *erhöht die Planungsqualität*. Durch eine gewerkeübergreifende Planableitung können *Kollisionen frühzeitig erkannt* werden. Diese Aspekte tragen insgesamt zu einer erheblichen *Risikominimierung* und somit auch zu einer *verbesserten Kostenkontrolle* bei. Eine gemeinsame Datengrundlage sorgt überdies für *Transparenz für alle Projektbeteiligten*.

### Betrieb

2D-Planableitungen aus einem digitalen Modell heraus bieten in der Betriebsphase eines Gebäudes ein hohes Potential für die *Steigerung der Effizienz innerhalb des Gebäudemanagements* durch die Aktualität und die Verknüpfung verschiedener Betriebsdaten. Diese Grundlage sorgt ebenso für eine *Optimierung des Betriebsablaufs*.

Auch die *Verbesserung Patientenmanagement* ist durch die Ableitung von 2D-Plänen, z.B. für die Erstellung einer Fluchtwegplanung oder Wegbeschreibungen zu erwarten.

## 090 Genehmigungsprozess

### Planung und Bauausführung

Den Genehmigungsprozess auf Basis eines BIM-Modells durchzuführen, bietet ein hohes Maß an *Transparenz für die Beteiligten* und ist Teil einer *Optimierung der Planungsqualität und Effizienz*. Es unterstützt überdies die *Sicherstellung einer rechtsicheren Planung*.

## 100 Mengen- und Kostenermittlung

### Planung und Bauausführung

Eine modellbasierte Mengen- und Kostenermittlung ist *transparent*, sorgt für eine *erhöhte Planungsqualität und -effizienz* sowie *für ein nachvollziehbares modellbasiertes Änderungsmanagement* und ermöglicht eine *Verbesserung der Kostenkontrolle und des Risikomanagements*.

### 100.001 Modellbasierte Mengenermittlung

#### Planung und Ausführung

Eine modellbasierte Mengenermittlung bedeutetet mehr *Transparenz für Beteiligte* und erhöht die *Planungsqualität & -effizienz* und verbessert die *Kostenkontrolle & Risikominimierung*. Überdies wird eine *Variantenentscheidung* deutlich vereinfacht, da eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden kann.

#### Betrieb

Auch im Betrieb bedeutet eine modellbasierte Mengenermittlung Vorteile und kann eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement* sowie eine *Verbesserung im Gerätemanagement* bedeuten

#### Lebenszyklusübergreifend

Über alle Lebenszyklusphasen eines Krankenhauses modellbasiert Mengen ermitteln zu können kann einen Beitrag leisten das *Kostencontrolling zu verbessern, das Änderungsmanagement nachvollziehbar gestalten* und die *ökologische Nachhaltigkeit steigern*.

## 100.002 Modellbasierte Kostenermittlung

### Planung und Ausführung

Eine modellbasierte Kostenermittlung bedeutetet mehr *Transparenz für Beteiligte* und erhöht die *Planungsqualität & -effizienz*, trägt zu einem *nachvollziehbaren und modellbasierten Änderungsmanagement* bei und verbessert die *Kostenkontrolle & Risikominimierung*. Überdies wird eine *Variantenentscheidung* deutlich vereinfacht, da eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden kann.

### Betrieb

Kostenermittlungen modellbasiert erstellen zu können bietet großes Potential für eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement*.

## 100.003 Life Cycle Costing (LCC)

### Planung und Ausführung

Ein Life Cycle Costing (LCC) bedeutet mehr *Transparenz für Beteiligte* und erhöht die *Planungsqualität & -effizienz* und verbessert die *Kostenkontrolle & Risikominimierung*. Überdies wird eine *Variantenentscheidung* deutlich vereinfacht, da eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden kann.

### Betrieb

Für den Betrieb sind durch ein Life Cycle Costing Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement* und die *Verbesserung des Gerätemanagements* zu erwarten.

### Lebenszyklusübergreifend

Ein Life Cycle Costing bedeutet lebenszyklusübergreifend ein verbessertes *Energiemanagement* und *Kostencontrolling*.

## 110 Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe

### Planung und Ausführung

Eine modellbasierte LV-Erzeugung erhöht die *Planungsqualität & -effizienz* und verbessert die *Kostenkontrolle & Risikominimierung*. Überdies wird eine *Variantenentscheidung* deutlich vereinfacht, da eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden kann.

### Betrieb

Mengenermittlungen modellbasiert erstellen zu können bietet großes Potential für eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement* und eine *Verbesserung des Gerätemanagements*.

## 120 Terminplanung der Ausführung

### Planung und Ausführung

Eine 4D-Planung der Ausführung bedeutetet mehr *Transparenz für Beteiligte* und erhöht die *Planungsqualität & -effizienz*, trägt zu einem *nachvollziehbaren und modellbasiertem Änderungsmanagement bei* und verbessert die *Kostenkontrolle & Risikominimierung*. Überdies wird eine *Variantenentscheidung* deutlich vereinfacht, da eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden kann.

Nicht zuletzt kann eine 4D-Terminplanung einen Beitrag leisten die *Barrierefreiheit sicherzustellen* und *Schnittstellen zu optimieren*, da terminbezogene Kollisionen und Widersprüche in den zeitlichen Abläufen der Planung und Ausführung deutlich besser erkannt werden können.

## Betrieb

Eine 4D-Terminplanung bietet großes Potential für eine Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement, eine Verbesserung des Gerätemanagements und optimiert den Betriebsablauf deutlich.

### 130 Logistikplanung

#### Planung und Bauausführung

Die Logistikplanung auf Basis eines BIM-Modells hat umfassenden Einfluss auf die Ziele der BIM-Anwendung im Krankenhausbau. Die Logistik kann so *transparenter* geplant und umgesetzt werden, die *Schnittstellen werden optimiert. Planungsfehler werden schneller sichtbar, die Barrierefreiheit sichergestellt* und insgesamt die *Planungsqualität und -effizienz* erhöht, was mit einer besseren *Kostenkontrolle und einer Risikominimierung* einhergeht. Durch eine BIM-basierte Logistikplanung können *Variantenentscheidungen* begünstigt werden.

#### Betrieb

Auch im Betrieb sind die positiven Auswirkungen umfassend: Es wird für eine *Effizienzsteigerung des FM/Gebäudemanagements* sorgen und den *Betriebsablauf optimieren*. Damit einhergehend wird eine *bessere Patientensicherheit* ermöglicht, und das *Patienten- und Gerätemanagement effizienter* gestaltet werden.

#### Lebenszyklusübergreifend

Lebenszyklusübergreifend kann eine BIM-basierte Logistikplanung für eine *Steigerung der ökologischen Nachhaltigkeit* sorgen.

#### 130.001 Logistikbezogene Simulationen

##### Planung und Ausführung

Logistikbezogene Simulationen bedeuten ebenso wie die anwendungsbezogenen Simulationen mehr *Transparenz für Beteiligte*, erhöht die *Planungsqualität & -effizienz*, verbessert die *Kostenkontrolle & Risikominimierung* was unter Anderem durch das *frühzeitige Erkennen von Kollisionen* ermöglicht wird. Sie sorgen des Weiteren für die *Sicherstellung von Barrierefreiheit*. Überdies wird eine *Variantenentscheidung* deutlich vereinfacht, da eine bessere Vergleichbarkeit erreicht werden kann.

##### Betrieb

Für den Betrieb sind durch Logistiksimulationen zahlreiche Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement*, die *Verbesserung des Patienten- und Gerätemanagements*, insgesamt eine *Optimierung des Betriebsablaufs* sowie die *Erhöhung der Patientensicherheit* zu erwarten.

##### Lebenszyklusübergreifend

Die *ökologische Nachhaltigkeit* kann durch logistikbezogene Simulationen lebenszyklusübergreifend gesteigert werden.

#### 130.002 Navigations- und Wegeleitsystem

##### Betrieb

Für den Betrieb sind durch ein Wegeleitsystem für Patienten und logistische Abläufe zahlreiche Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement*, die *Verbesserung des Patienten- und Gerätemanagements*, die *Erhöhung der Patientensicherheit*, sowie insgesamt eine *Optimierung des Betriebsablaufs* zu erwarten.

Große Krankenhauskomplexe können für Patienten und Besucher in Bezug auf die Orientierung eine Herausforderung darstellen. Ortungssysteme können verwendet werden, um Patienten, Besuchern und sogar dem medizinischen Personal dabei zu helfen, sich im Krankenhaus zurechtzufinden.

Hier ist beispielsweise die Nutzung von Apps auf den mobilen Endgeräten der Nutzer in Kombination mit AR denkbar. Dies könnte z.B. neben den bereits aufgeführten Vorteilen auch Sprachbarrieren überwinden und damit das Personal entlasten.

### **Lebenszyklusübergreifend**

Die *ökologische Nachhaltigkeit* kann durch effiziente Wegeleitsysteme für Logistik und Patienten lebenszyklusübergreifend gesteigert werden.

## **130.003 Lokalisation Patient und Zutrittskontrollen**

### **Betrieb**

Für den Betrieb sind durch die Ortung von Patienten und Zutrittskontrollen Verbesserungen wie die *Verbesserung des Patientenmanagements*, insgesamt eine *Optimierung des Betriebsablaufs* sowie die *Erhöhung der Patientensicherheit* zu erwarten.

### **Lebenszyklusübergreifender Nutzen**

Durch die Verfolgung und Analyse von Bewegungsmustern und Aufenthaltsorten der Patienten können Krankenhäuser Daten sammeln, um den Betrieb weiter zu optimieren. Diese Daten könnten zum Beispiel genutzt werden, um Renovierungsarbeiten vorrausschauend zu planen und den Bedarf von Kapazitätserweiterung zu bestimmen

## **130.004 Geräteortung**

### **Betrieb**

Für den Betrieb sind durch die Ortung von Geräten zahlreiche Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement*, die *Verbesserung des Patienten- und Gerätemanagements*, insgesamt eine *Optimierung des Betriebsablaufs* sowie die *Erhöhung der Patientensicherheit* zu erwarten.

### **Lebenszyklusübergreifend**

Die *ökologische Nachhaltigkeit* kann durch die Möglichkeit der Geräteortung lebenszyklusübergreifend gesteigert werden, da weniger Geräte verloren gehen, Anschaffungen also vermieden werden können und vielleicht weniger Geräte benötigt werden.

## **130.005 Just-in-Time-Patienten einbestellen**

### **Planung und Ausführung**

Eine gute Planung, die bereits die bereits optimierte Untersuchungsabläufe und die Einbestellung von Patienten miteinbezieht, erhöht die *Planungsqualität & -effizienz* deutlich und kann auch die *Variantenentscheidung* verbessern.

### **Betrieb**

Für den Betrieb sind durch das Just-In-Time Einbestellen von Patienten zahlreiche Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement*, die *Verbesserung des Patienten- und Gerätemanagements* und insgesamt eine *Optimierung des Betriebsablaufs* zu erwarten.

## Lebenszyklusübergreifend

Die *ökologische Nachhaltigkeit* kann durch ein Just-In-Time-Patienten-Management lebenszyklusübergreifend gesteigert werden, da der Betrieb effizienter gestaltet werden kann.

## 130.006 Belegungspläne auf Grundlage des Modells

### Betrieb

Belegungspläne auf Grundlage des Modells verbessern das Patientenmanagement und optimieren den Betriebsablauf insgesamt.

## 140 Baufortschrittskontrolle

### Planung und Bauausführung

In der Planung und Bauausführung sorgt eine BIM-basierte Baufortschrittskontrolle für ein hohes Maß an *Transparenz für die Beteiligten*. Sie sorgt für ein *nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement* und sie kann die *Planungsqualität und -effizienz erhöhen* zu einer besseren *Kostenkontrolle und Risikominimierung* beitragen.

## 150 Änderungs- und Nachtragsmanagement

### Planung und Bauausführung

In der Planung und Bauausführung sorgt ein BIM-basiertes Änderungs- und Nachtragsmanagement ebenso wie die Baufortschrittskontrolle für ein hohes Maß an *Transparenz für die Beteiligten*. Sie kann die *Planungsqualität und -effizienz erhöhen* zu einer besseren *Kostenkontrolle und Risikominimierung* beitragen. Darüber hinaus wird eine rechtsichere Planung ermöglicht und das *modellbasierte Änderungsmanagement* bleibt nachvollziehbar.

### Betrieb

Auch im Betrieb werden Baumaßnahmen durchgeführt. Hier können *im Bereich des Facility- und Gebäudemanagements Effizienzsteigerungen ermöglicht* und der *Betriebsablauf optimiert* werden, wenn das Änderungs- und Nachtragsmanagement BIM-basiert erfolgt.

## 160 Abrechnung von Bauleistungen

### Planung und Bauausführung

In der Planung und Bauausführung sorgt eine BIM-basierte Abrechnung von Bauleistungen ebenso wie die Baufortschrittskontrolle für ein hohes Maß an *Transparenz für die Beteiligten*. Sie kann die *Planungsqualität und -effizienz erhöhen* und zu einer besseren *Kostenkontrolle und Risikominimierung* beitragen. Darüber hinaus wird eine rechtsichere Planung ermöglicht.

## 170 Abnahme und Mängelmanagement

In der Planung und Bauausführung sorgt eine BIM-basiertes Abnahme- und Mängelmanagement ebenso wie die Baufortschrittskontrolle für ein hohes Maß an *Transparenz für die Beteiligten und ein nachvollziehbares und modellbasiertes Änderungsmanagement*. Sie kann die *Planungsqualität und -effizienz erhöhen* zu einer besseren *Kostenkontrolle und Risikominimierung* beitragen. Darüber hinaus wird eine rechtsichere Planung ermöglicht.

## Betrieb

Auch im Betrieb werden Baumaßnahmen durchgeführt. Hier können im Bereich des Facility- und Gebäudemanagements Effizienzsteigerungen ermöglicht und der Betriebsablauf optimiert werden.

### 180 Inbetriebnahmemanagement

#### Planung und Bauausführung

Ein BIM-basiertes Inbetriebnahmemanagement sorgt für mehr *Transparenz* des Prozesses für die Beteiligten. Ebenso wird eine verbesserte *Kostenkontrolle und Risikominimierung* erreicht.

#### Betrieb

Im Betrieb verbessert ein BIM-basiertes Inbetriebnahmemanagement die *Effizienz des FM/Gebäudemanagements* und *optimiert den Betriebsablauf* durch ein besseres *Gerätemanagement*.

### 190 Projekt- und Bauwerksdokumentation (As-Built-Modell)

#### Betrieb

Für den Betrieb sind durch die Erstellung eines As-Built-Modells zahlreiche Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement*, die *Verbesserung des Patienten- und Gerätemanagements*, insgesamt eine *Optimierung des Betriebsablaufs* sowie die *Erhöhung der Patientensicherheit* zu erwarten.

#### Lebenszyklusübergreifend

Ein As-Built-Modell zu erstellen, leistet über alle Lebenszyklusphasen eines Krankenhauses hinaus einen Beitrag das *Kostencontrolling zu verbessern* und die *ökologische Nachhaltigkeit steigern*. Darüber hinaus trägt die Projekt- und Bauwerksdokumentation im Rahmen der BIM-Methodik für eine *nachvollziehbare und modellbasierte Änderungsmanagement*.

### 200 Nutzung für Betrieb und Erhaltung

Die Nutzung eines BIM-Modells für Betrieb und Erhaltung eines Bauwerks hat umfassenden Einfluss auf die Ziele der BIM-Anwendung im Krankenhausbau. Die *Transparenz für die Beteiligten wird erhöht* und die *Schnittstellen optimiert. Planungsfehler werden schneller sichtbar, die Barrierefreiheit sichergestellt* und insgesamt die *Planungsqualität und -effizienz* erhöht, was mit einer besseren *Kostenkontrolle und einer Risikominimierung* einhergeht.

#### Betrieb

Auch im Betrieb sind die positiven Auswirkungen umfassend: Es wird für eine *Effizienzsteigerung des FM/Gebäudemanagements* gesorgt und der *Betriebsablauf optimieren*. Damit einhergehend wird eine *bessere Patientensicherheit* ermöglicht, sowie das *Patienten- und Gerätemanagement effizienter* gestaltet.

#### Lebenszyklusübergreifend

Lebenszyklusübergreifend kann die Nutzung für Betrieb und Erhaltung *das modellbasierte Änderungsmanagement nachvollziehbar gestalten* für eine *Steigerung der ökologischen Nachhaltigkeit* und ein *verbessertes Energiemanagement* sorgen.

## 200.001 Erstellung Betriebsmodell

### Betrieb

Für den Betrieb sind durch die Erstellung eines Betriebsmodells zahlreiche Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement*, die *Verbesserung des Patientenmanagements*, insgesamt eine *Optimierung des Betriebsablaufs* sowie die *Erhöhung der Patientensicherheit* zu erwarten.

### Lebenszyklusübergreifend

Ein Betriebsmodell zu erstellen, leistet über alle Lebenszyklusphasen eines Krankenhauses hinaus einen Beitrag das *Kostencontrolling zu verbessern* und die *ökologische Nachhaltigkeit steigern*.

## 200.002 BIM2FM

### Planung und Bauausführung

Die Übertragung der Daten aus dem BIM-Modell an das CAFM-System des Krankenhauses sorgt für eine *Optimierung der Schnittstellen* zwischen den verschiedenen Systemen. Es steigert damit nicht zuletzt die *Transparenz für die Beteiligten* und ermöglicht das frühe *Erkennen von Planungsfehlern*. Hiermit gehen ebenfalls eine *verbesserte Kostenkontrolle und Risikominimierung* einher.

### Betrieb

Im Betrieb werden die Vorteile einer Übertragung der Daten aus dem BIM-Modell an das CAFM-System ebenfalls deutlich: Der *Betriebsablauf* profitiert von der Verbindung beider Systeme was eine Verbesserung des *Geräte-* sowie des Patientenmanagements bedeutet und insgesamt zu einer *Effizienzsteigerung des FM/Gebäudemanagements* beiträgt.

### Lebenszyklusübergreifend

BIM2FM bietet BIM2FM ermöglicht eine *Steigerung der ökologischen Nachhaltigkeit* und ein *verbessertes Energiemanagement* über den gesamten Lebenszyklus hinweg.

## 200.003 Mobile Instandhaltung

### Betrieb

Für den Betrieb sind durch eine mobile Instandhaltung zahlreiche Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung FM/Gebäudemanagement*, die *Verbesserung des Gerätemanagements*, insgesamt eine *Optimierung des Betriebsablaufs* sowie die *Erhöhung der Patientensicherheit* zu erwarten.

## 200.004 AR für die Instandhaltung medizinischer Geräte

### Planung und Ausführung

Wenn bereits in der Planung von Umbaumaßnahmen mittels Augmented Reality geprüft werden kann, ob z. B. genug Platz vorhanden ist, um in der Betriebsphase die Wartung medizinischer Geräte durchführen zu können, lassen sich Planungsfehler vermeiden. Dies erhöht die *Planungsqualität und Planungseffizienz*.

### Betrieb

Darüber hinaus kann der Prozess von Wartung und Reparatur der Geräte durch AR für die Durchführenden unterstützend gestaltet werden, indem z. B. die einzelnen Schritte in richtiger Reihenfolge an der richtigen Stelle des Gerätes angezeigt werden. Für den Betrieb sind durch Augmented Reality für die Instandhaltung medizinischer Geräte zahlreiche Verbesserungen wie eine *Effizienzsteigerung im FM/ Gebäudemanagement*, die *Verbesserung des Gerätemanagements*, eine *Optimierung des Betriebsablaufs* sowie die *Erhöhung der Patientensicherheit* zu erwarten.