
Jade Hochschule für angewandte Wissenschaften in Oldenburg

Fachbereich

Bauingenieurwesen Geoinformation Gesundheitstechnologie

Abteilung Bauwesen



Masterarbeit

Handlungsempfehlung zur Implementierung von BIM-Anwendungsfällen im Rohrleitungsbau

Zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Engineering (M. Eng.)

Eingereicht von: Birgit Sinnigen
Geboren: 24.06.1997, Papenburg
E-Mail: birgit.sinnigen.1@student.jade-hs.de
Matrikel-Nr.: 6032924
Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Hollermann

Aufgabenstellung

Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth

- Studiengang Facility Management und Immobilienwirtschaft
- Studiengang Geoinformationswissenschaften
- Studiengang Management und Engineering im Bauwesen
- Studiengang Public Health

Ausgabe einer Master-Arbeit

Für die Studierende/für den Studierenden

Sinnigen, Birgit
Name, Vorname

6032924
Matrikelnummer

wird hiermit die **Master-Arbeit mit dem nachstehenden Thema** ausgegeben:

Handlungsempfehlung für die Implementierung von BIM-Anwendungsfällen im Rohrleitungsbau

- Analyse der Möglichkeit die BIM-Deutschland Standardanwendungsfälle auf das Anwendungsgebiete Rohrleitungsbau anzuwenden
- Experteninterviews zur Feststellung der Situation und der Spezifika im Rohrleitungsbau
- Identifikation der für den Rohrleitungsbau relevantesten BIM-Anwendungsfälle
- Exemplarische Spezifizierung relevanter BIM-Anwendungsfälle für Rohrleitungen
- Entwicklung eines Konzeptes für einen BIM-Masterplan im Rohrleitungsbau

Englische Übersetzung des Themas der Master-Arbeit:

Recommendations for the implementation of BIM use cases in pipeline construction

- Analysis of the possibility of applying the BIM Germany standard use cases to the field of pipeline construction.
- Expert interviews to determine the situation and specifics in pipeline construction
- Identification of the most relevant BIM use cases for pipeline construction
- Exemplary specification of relevant BIM use cases for pipelines
- Development of a concept for a BIM master plan in pipeline construction

ErstprüferIn: Prof.Dr.-Ing. Sebastian Hollermann

ZweitprüferIn: Mike Böge

Die Arbeit wird ausgegeben als Einzelarbeit/~~Gruppenarbeit mit der/dem Studierenden~~

<input type="checkbox"/> KI Verbot	<input checked="" type="checkbox"/> KI Erlaubnis	<input type="checkbox"/> KI Gebot
------------------------------------	--	-----------------------------------

Für PrüferInnen der Abteilung Geoinformation: <input type="checkbox"/> Die Abgabe eines schriftlichen Exemplars ist gewünscht.

.....
Unterschrift ErstprüferIn

(vom Prüfungsamt auszufüllen)

Ausgabetag: 11.11.2024

Bearbeitungszeit: 15 Wochen / ~~16 Wochen~~ / ~~17 Wochen~~
(Management und Engineering im Bauwesen) (Facility Management und Immobilienwirtschaft, Public Health) (Geoinformationswissenschaften)

Abgabetag: 24.02.2025

Verlängerungsantrag vom:

Neue Abgabefrist:

Master-Arbeit abgegeben am:

Die Master-Arbeit ist im Prüfungsamt innerhalb der Öffnungszeiten - oder nach Terminvereinbarung - wie folgt abzugeben:

Facility Management und Immobilienwirtschaft, Management und Engineering im Bauwesen:

- Die Master-Arbeit ist in **dreifacher Ausfertigung** abzugeben.

Geoinformationswissenschaften:

- Die Master-Arbeit ist in **elektronischer Form** abzugeben. Ein schriftliches Exemplar je Prüfer kann verlangt werden.

Public Health:

- PO 2013: Die Master-Arbeit ist in **dreifacher Ausfertigung** sowie ein weiteres Exemplar in **elektronischer Form** abzugeben.
- PO 2018: Die Masterarbeit ist in **vierfacher Ausfertigung** sowie zwei einseitige, gedruckte Zusammenfassungen abzugeben.
- PO 2023: Die Master-Arbeit ist in **elektronischer Form** abzugeben.



Abb. 1 Formulare des Prüfungsamtes

Soll der Abgabetermin wegen Krankheit hinausgeschoben werden, ist bei Krankheit bis zu 6 Tage unverzüglich das **Prüfungsunfähigkeitsformular** mit Angabe der Krankheitsdauer dem Prüfungsamt vorzulegen. Bei einer Krankheitsdauer von 1 Woche oder mehr bzw. bei Einreichung einer zweiten Prüfungsunfähigkeitsbescheinigung ist unaufgefordert ein **amtsärztliches Attest** vorzulegen. Die Kosten für ärztliche Atteste trägt nicht die Jade Hochschule.

In der Master-Arbeit ist schriftlich zu versichern, dass die Master-Arbeit – bei einer Gruppenarbeit der entsprechend gekennzeichnete Anteil der Arbeit – selbstständig verfasst wurde und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden.

Ich bestätige, das Thema der Master-Arbeit am11.11.2024..... erhalten zu haben.

.....
Unterschrift Studierende/r

6032924
.....
Matrikelnummer

Vorwort

Diese Masterarbeit wurde verfasst, um auf die Potenziale der BIM-Arbeitsmethode für den Rohrleitungsbau aufmerksam zu machen. Der erdverlegte Rohrleitungsbau in Deutschland beschäftigt sich im Gegensatz zu anderen Bereichen der Bauwirtschaft bisher wenig mit der Digitalisierung der Bauprozesse. Für die Branche ist es wichtig, dass größere Auftraggeber mit gutem Beispiel vorangehen und anhand von BIM-Pilotprojekten zeigen, welche Vorteile sich aus dieser digitalen Arbeitsweise ergeben.

An dieser Stelle möchte ich mich bei der Firma Thyssengas GmbH und ihren Mitarbeitern bedanken, die ich bei der Umsetzung eines BIM-Pilotprojektes begleiten durfte, sowie bei den Mitarbeitern der PV Anspurger mbH, die ebenfalls in dieses Projekt involviert waren. Ein besonderer Dank gilt dem Institut für Rohrleitungsbau an der Jade Hochschule e.V., welches den Kontakt hergestellt hat, sowie allen Expertinnen und Experten aus dem Rohrleitungsbau, die sich für die Experteninterviews zur Verfügung gestellt haben.

Abstract

Building Information Modeling (BIM) gewinnt in verschiedenen Bereichen des Bauwesens zunehmend an Bedeutung. Während BIM im Hochbau und in Teilen des Infrastrukturbaus wie Straßen und Schienen bereits Anwendung findet, ist der erdverlegte Rohrleitungsbau bisher weitgehend unberücksichtigt geblieben. Diese Masterarbeit untersucht die Übertragbarkeit der standardisierten BIM-Anwendungsfälle von *BIM Deutschland* auf den Rohrleitungsbau.

Ziel der Arbeit ist es, die Relevanz der standardisierten BIM-Anwendungsfälle von *BIM Deutschland* für den Rohrleitungsbau zu bewerten und Steckbriefe für ausgewählte BIM-Anwendungsfälle zu erstellen. Dazu wurden Experteninterviews mit Vertretern aus Wissenschaft und Praxis durchgeführt und deren Aussagen mittels Qualitativer Inhaltsanalyse ausgewertet. Im Fokus stehen die BIM-Anwendungsfälle *Bestandserfassung und -modellierung*, *Visualisierung* sowie *Projekt- und Bauwerksdokumentation*.

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse wurde ein Konzeptentwurf für einen Masterplan BIM Rohrleitungsbau entwickelt.

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung	II
Vorwort	IV
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis	V
Abkürzungen	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Ziel	1
1.2 Methodik.....	1
1.3 Begriffserklärungen	2
2 Stand der Wissenschaft und Praxis.....	4
3 Experteninterviews	6
3.1 Durchführung.....	6
3.2 Auswertung	11
4 Entwicklung des Konzepts für den „Masterplan BIM Rohrleitungsbau“	14
4.1 Grundsätzliches.....	14
4.2 Kurzdarstellung	14
4.3 Aufbau der Steckbriefe und Umsetzungsdetails.....	15
4.3.1 Steckbriefe	15
4.3.2 Umsetzungsdetails.....	18
4.4 Steckbriefe und Umsetzungsdetails	22
5 Diskussion und Einordnung der Ergebnisse	45
6 Fazit.....	47
6.1 Zusammenfassung.....	47
6.2 Wissenschaftlicher und praktischer Beitrag.....	47
6.3 Ausblick.....	48
Anhang: Basisfragebogen Kommission für Forschungsethik.....	VIII
Anhang: Leitfaden für das Experteninterview	X

Literaturverzeichnis	XIII
Abbildungsverzeichnis.....	XIV
Tabellenverzeichnis.....	XV
Einsatz von Künstlicher Intelligenz	XVI
Selbstständigkeitserklärung.....	XVII

Abkürzungen

AG	.....	Auftraggeber
AIA	.....	Auftraggeber-Informationen-Anforderungen
AN	.....	Auftragnehmer
AwF	.....	BIM-Anwendungsfälle
BAP	.....	BIM-Abwicklungsplan
BIM	.....	Building Information Modeling
BMVI	.....	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWSB	.....	Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen
CDE	.....	Common Data Environment
HOAI	.....	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
iro	.....	Institut für Rohrleitungsbau an der Jade Hochschule e.V.
KI	.....	Künstlichen Intelligenz
LOIN	.....	Level of Information Need

1 Einleitung

1.1 Ziel

Diese Masterarbeit beschäftigt sich mit Building Information Modeling (BIM) im Rohrleitungsbau und wird in Kooperation mit dem Institut für Rohrleitungsbau an der Jade Hochschule e.V. kurz iro geschrieben. Unterstützt wird sie dabei durch die Thyssengas GmbH.

Während die BIM-Methode in weiten Teilen des Bauwesens, wie z. B. im Hochbau und in Teilen des Infrastrukturbaus, wie z. B. im Straßen- und Schienenbau, an Bedeutung gewinnt, bleibt der erdverlegte Rohrleitungsbau weitgehend unberücksichtigt. Handlungsempfehlungen zur Umsetzung und Beispiele für BIM-Anwendungsfälle sind für diesen Bereich bislang kaum zu finden. Um dies zu ändern und sowohl Auftraggebern als auch Auftragnehmern einen Einblick in die Arbeitsweise mit BIM zu geben, wurde diese Masterarbeit initiiert.

Ziel dieser Arbeit ist es zu untersuchen, inwieweit die von *BIM-Deutschland* erstellten, standardisierten BIM-Anwendungsfälle auf den erdverlegten Rohrleitungsbau übertragbar sind. Nach einer Einschätzung über die Relevanz der 21 BIM-Anwendungsfälle wird eine Auswahl dieser spezifiziert und mithilfe von Steckbriefen in ein Konzeptentwurf für einen Masterplan BIM Rohrleitungsbau überführt.

Der Fokus dieser Arbeit liegt auf den BIM-Anwendungsfällen von *BIM Deutschland*. Eine Analyse weiterer Umgangsformen mit BIM-Anwendungsfällen sowie deren Übertragbarkeit auf den Rohrleitungsbau, wie z. B. das Use Case Management von buildingSMART, wird in dieser Ausarbeitung nicht vorgenommen.

1.2 Methodik

Um einen Überblick über die spezifische Situation im Rohrleitungsbau zu erhalten, wurde die Methode der Experteninterviews gewählt. Für die Interviews wurden verschiedene Akteure aus dem Rohrleitungsbau eingeladen. Die Interviews wurden in einem halbstrukturierten Ansatz mit Hilfe eines Leitfadens durchgeführt. Der Leitfaden wurde in einem Probedurchlauf in einem Vorinterview getestet. Da der Probedurchlauf positiv ausfiel, wurde der Leitfaden nicht modifiziert und das Vorinterview in die Experteninterviews integriert.

Die Experten wurden im Vorfeld per E-Mail angeschrieben und darüber informiert, dass es sich um ein Interview für eine Masterarbeit handelt, in welcher das Thema BIM im Rohrleitungsbau behandelt wird. Zu Beginn der Interviews wurden von den Teilnehmenden die mündliche Zustimmung zur Aufzeichnung des Interviews eingeholt. Bei der Konzeption der Experteninterviews wurde der Basisfragebogen der Kommission für Forschungsethik der Jade Hochschule berücksichtigt. Alle in diesem Fragebogen enthaltenen Fragen konnten mit *Nein* beantwortet werden, es bestehen daher keine beziehungsweise minimalen ethische Risiken. Der ausgefüllte Fragebogen befindet sich im Anhang S. VIII-XI. Durchführung und Auswertung der Experteninterviews werden in Kapitel 3 ausführlich erläutert.

1.3 Begriffserklärungen

As-built Model / Wie-gebaut Modell

Das Wie-gebaut Modell zu engl. As-built Model beschreibt ein BIM-Modell zum Zeitpunkt der Fertigstellung und ist ein Abbild des tatsächlich gebauten Bauzustandes. Es entspricht dem in den Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) festzulegenden Detaillierungsgrad und enthält alle geforderten Informationen. Andere geläufige Schreibweisen sind As-built-Model bzw. Wie-gebaut-Modell. In dieser Ausarbeitung wird die Schreibweise As-built Model verwendet (BIM-Glossar 2021, S. 57) (VDI 2552 Blatt 2, S. 3).

Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA)

Die Auftraggeber-Informationen-Anforderungen beschreiben die projektspezifischen Anforderungen des Auftraggebers an die vom Auftragnehmer zu liefernden Informationen. Dabei berücksichtigen sie die definierten BIM-Ziele, BIM-Anwendungsfälle sowie die geforderten Leistungen und Daten, einschließlich der Formate, Strukturen und den Detaillierungsgrad (BIM-Glossar 2021, S. 35) (VDI 2552 Blatt 2, S. 3).

Building Information Modeling (BIM)

Der Begriff Building Information Modeling (BIM), hat sich international als Oberbegriff für die Digitalisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette Planen, Bauen und Betreiben im Bauwesen durchgesetzt. Die Methodik steht für eine transparente Zusammenarbeit der Beteiligten auf Basis digitaler Bauwerksmodelle. Daten und Informationen werden über den gesamten Lebenszyklus konsistent, standardisiert und sicher erfasst. Diese Art der Zusammenarbeit und Datenerfassung führt langfristig zur Effizienzsteigerung und Risikominimierung nach dem Credo „Erst digital, dann real bauen“ (VDI 2552 Blatt 1, S. 5).

BIM-Abwicklungsplan (BAP)

Der BIM-Abwicklungsplan (BAP) definiert die Ziele, Strukturen, Verantwortlichkeiten und Austauschforderungen für die BIM-basierte Zusammenarbeit. Er bildet den Rahmen für BIM-Leistungen und kann entweder vom Auftraggeber vorgegeben oder als Antwort auf die AIA erstellt werden (BIM-Glossar 2021, S. 37) (VDI 2552 Blatt 2, S. 5).

BIM-Anwendungsfälle (AwF)

BIM-Anwendungsfälle (AwF) bezeichnen spezifische Prozesse oder Arbeitsschritte, die unter Anwendung der BIM-Methodik durchgeführt werden. Sie dienen dazu Anforderungen bei der Umsetzung von übergeordnetem BIM-Ziel zu konkretisieren. Die BIM-Anwendungsfälle basieren auf einer standardisierten Struktur, die ihre Beschreibung und Integration in den Projektkontext erleichtert (BIM-Glossar 2021, S. 34) (VDI 2552 Blatt 2, S. 5).

Common Data Environment (CDE)

Ein Common Data Environment (CDE), auch Kollaborationsplattform, ist eine zentrale digitale Umgebung zur Organisation, Koordination und Bereitstellung von Projektinformationen. Sie ermöglicht den Austausch von 2D-Plänen, Dokumenten und BIM-Fachmodellen und dient als einheitliche und zuverlässige Informationsquelle für alle Projektbeteiligten (BIM-Glossar 2021, S. 46) (VDI 2552 Blatt 2, S. 8).

Level of Information Need (LOIN)

Der Level of Information Need (LOIN) beschreibt aus Auftragsgebersicht den erforderlichen Informationsumfang von BIM-Modellen. Er legt den Detaillierungsgrad von Geometrie und Attributen, Übergabeformate, beteiligte Akteure, Meilensteine und den Zweck der Informationsanforderung fest. Ziel ist eine präzise und bedarfsgerechte Informationslieferung (BIM-Glossar 2021, S. 63).

2 Stand der Wissenschaft und Praxis

Im Jahr 2020 hat der Arbeitskreis *Digitale Transformation und Building Information Modeling* der Verbände *German Society for Trenchless Technology e.V.* und *Rohrleitungsbauverband e.V.* in Zusammenarbeit mit dem *Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.* ein Positionspapier *BIM im Leitungsbau* veröffentlicht. Dieses Positionspapier diskutiert die Bedeutung von BIM im Rohrleitungsbau und macht Vorschläge zur Einführung und Umsetzung der Methode. Ein zentrales Thema dieses Papiers sind die BIM-Anwendungsfälle, wobei auf die im Rahmen der Initiative *BIM4INFRA2020* entstandenen BIM-Anwendungsfälle zurückgegriffen wird. Für ausgewählte BIM-Anwendungsfälle wie z. B. *Bestandserfassung* und *Bauwerksdokumentation* wurde die Bedeutung und der Nutzen für den Rohrleitungsbau erörtert (German Society for Trenchless Technology e. V., Rohrleitungsbauverband e. V. 2020, S. 1–16).

Steckbriefe und Handlungsempfehlungen für die BIM-Anwendungsfälle wurde nicht erstellt. Das Positionspapier zeigt, dass Vertreter aus dem Rohrleitungsbau die definierten BIM-Anwendungsfälle von *BIM4INFRA2020* als anwendbar auf den Rohrleitungsbau ansehen.

BIM4INFRA2020 war eine Arbeitsgemeinschaft, welche im Jahr 2016 erstmals zusammentrat. Diese Arbeitsgemeinschaft wurde vom *Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)* im Zusammenhang mit dem *Stufenplan Digitales Planen und Bauen* beauftragt. Ziel der Arbeitsgemeinschaft war es Veröffentlichungen zu erstellen, um die Voraussetzungen für die Umsetzung des Stufenplanes zu verbessern. *BIM4INFRA2020* veröffentlichte bis zum Jahr 2019 eine Reihe von Handreichungen rund um die Implementierung von BIM, darunter auch die erwähnten BIM-Anwendungsfälle (BIM4INFRA2020 2019).

Die erarbeiteten BIM-Anwendungsfälle wurden von *BIM Deutschland* in den folgenden Jahren aufgegriffen und weiterverarbeitet. *BIM Deutschland* ist eine Initiative des *BMVI* und des *Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB)*. Es versteht sich als „zentrale öffentliche Anlaufstelle“ für das Thema BIM in Deutschland. Ziel der Initiative ist es, die Bauwirtschaft bei der Digitalisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette über jede Lebenszyklusphase zu unterstützen. Ein Instrument von *BIM Deutschland* sind dabei Standardisierungsvorhaben. Dazu gehört die Beschreibung der 21 standardisierten BIM-Anwendungsfälle sowie die Mustervorlage zur Erstellung von Steckbriefen für diese. Bei den Standardisierungsvorhaben arbeitet *BIM Deutschland* mit dem *Deutschen Institut für Normungen e.V. (DIN)*, *buildingSmart Deutschland e.V.* und dem *Verein Deutscher Ingenieure (VDI)* zusammen (BIM Deutschland 2023, S. 4–5). Die Zusammenarbeit mit diesen Institutionen spricht für die Wertigkeit der Organisation und der Relevanz ihrer Veröffentlichungen für die Baubranche.

3 Experteninterviews

3.1 Durchführung

Um einen Überblick über die Situation im Rohrleitungsbau zu erhalten und für die Einschätzung der standardisierten BIM-Anwendungsfälle, wurden Experteninterviews durchgeführt. Hierfür wurden Experten aus Wissenschaft und Praxis eingeladen. Abbildung 3-1 zeigt die Aufteilung der Experten nach Auftragnehmer, Auftraggeber und Berater. Insgesamt konnten zehn Personen interviewt werden davon sind derzeit fünf Personen auf der Auftraggeberseite tätig, vier Personen auf der Auftragnehmerseite und eine Person kommt aus der Wissenschaft und wurde als Berater eingeordnet.

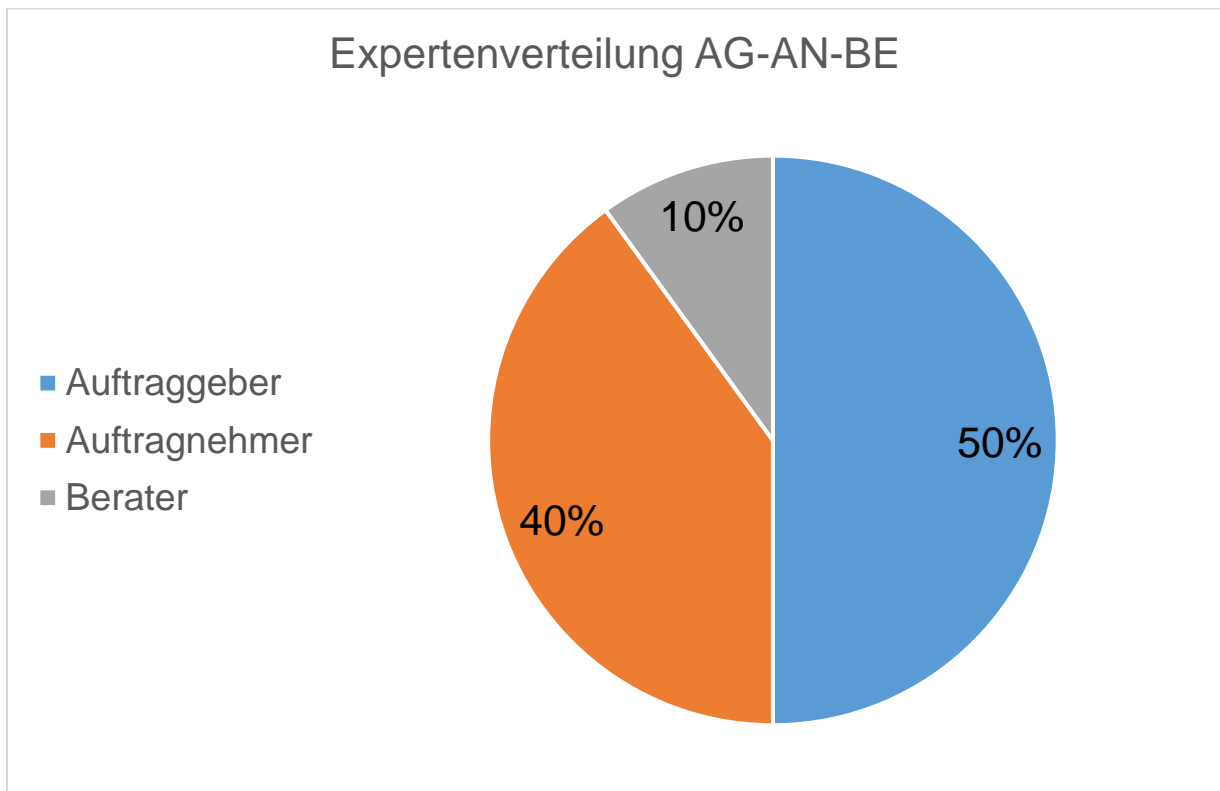


Abbildung 3-1: Expertenverteilung AG-AN-BE

Für die Durchführung der Interviews wurde ein teilstrukturierter Ansatz verwendet. Dazu wurde ein Interviewleitfaden mit einer Aufteilung in drei Abschnitte entwickelt:

1. BIM-Reifegrad Einschätzung der Experten
2. Einschätzung der BIM-Anwendungsfälle
3. Offenes Gespräch über markante BIM-Anwendungsfälle

Der vollständige Leitfaden ist dem Anhang S. X-XII zu entnehmen. Die Erläuterung und Begründung der Durchführung sowie der Wahl des Aufbaus erfolgt im Folgenden.

Teil 1: BIM-Reifegrad Einschätzung der Experten

Der erste Teil dient der Vorstellung und der Einordnung der Interviewpartner nach ihrem BIM-Reifegrad. Zu Beginn wurden die Teilnehmenden darum gebeten eine Selbsteinschätzung bezüglich ihres persönlichen BIM-Reifegrades abzugeben. Hierzu sollten sie sich auf einer Skala von eins bis zehn einschätzen, wobei eins für *sehr schlecht* und zehn für *sehr gut* stand. Diese Abfrage wurde zum theoretischen Informationsstand und zur praktischen Erfahrung durchgeführt. Die Skala von eins bis zehn wurde gewählt damit die Teilnehmenden ihren Erfahrungsstand nuanciert einordnen konnten. Abbildung 3-2 zeigt die Ergebnisse dieser Abfrage in Form eines Balkendiagramms.

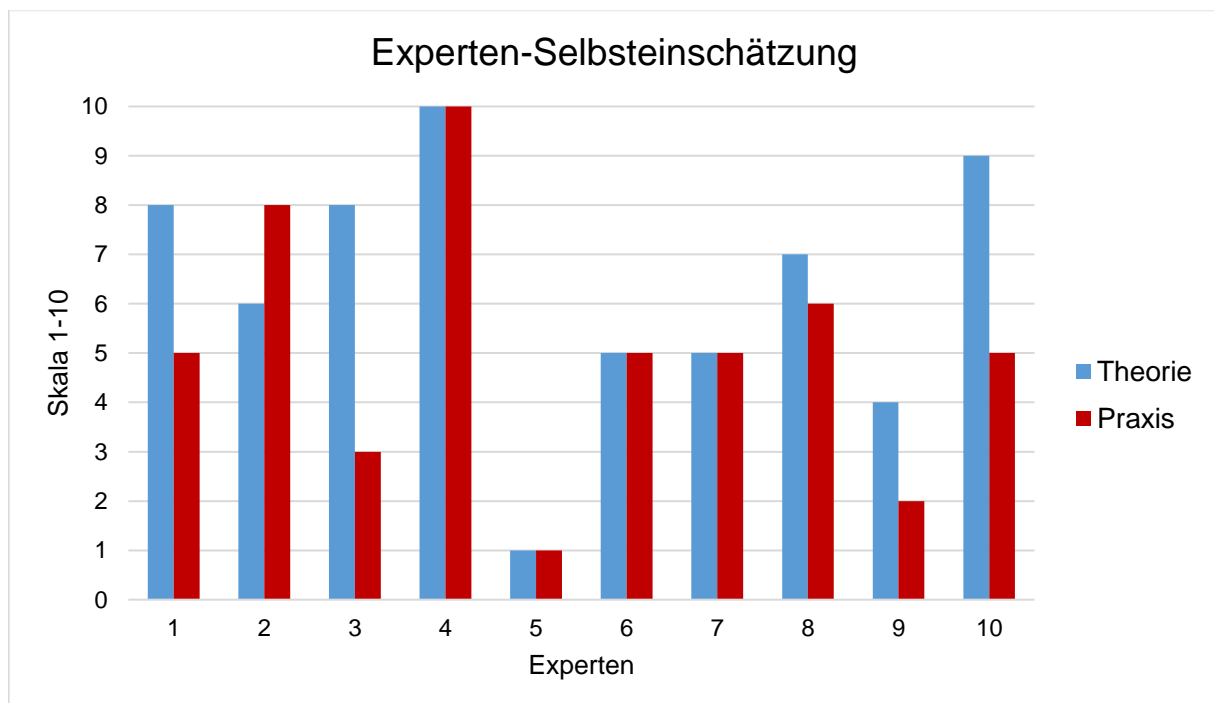


Abbildung 3-2: Ergebnisse der Experten-Selbsteinschätzung

Die Selbsteinschätzung der Experten zeigt eine diverse Verteilung der Erfahrungsstände in Bezug auf BIM in der Theorie und Praxis. Es wurden sowohl Personen mit langjähriger und ausgereifter Erfahrung interviewt als auch Personen, die bislang nur wenig Erfahrung mit der Thematik haben. Daraus lässt sich ableiten, dass die Ergebnisse aus den Interviews einen vielfältigen Querschnitt durch die Branche zeigen.

Im Anschluss an die Selbsteinschätzung wurde eine Abfrage durchgeführt, um zu ermitteln, welche BIM-Anwendungsfälle für den Rohrleitungsbau als besonders relevant eingeschätzt werden. Ziel dieser Fragestellung war es, erste unvoreingenommene Informationen über die aktuelle Situation und Anwendungsmöglichkeiten von BIM im Rohrleitungsbau zu sammeln.

Im weiteren Verlauf wurden die Experten zu den 21 standardisierten BIM-Anwendungsfällen von *BIM Deutschland* befragt. Die Ergebnisse der Frage, danach ob die BIM-Anwendungsfälle nach *BIM Deutschland* bekannt sind, sowie die bis zu diesem Punkt gesammelten Informationen über die Experten werden in Tabelle 3-1 aufgeführt. Die Auswertung ergab, dass die Mehrheit der Experten bereits von den BIM-Anwendungsfällen gehört hat, wobei Experte Nr. 5 (E5) die einzige Person ist, die dies nicht bestätigt. E5 hat sich bei der Selbsteinschätzung sowohl in der Theorie als auch in der Praxis einer eins zugeordnet, was darauf hindeutet, dass die Person nur über sehr begrenzte Erfahrung mit der BIM-Methodik verfügt. Unabhängig von ihrer Selbsteinschätzung haben alle anderen Personen von den BIM-Anwendungsfällen von *BIM Deutschland* gehört, was auf eine signifikante Bedeutung dieser schließen lässt.

Tabelle 3-1 BIM-Einschätzung der Experten

Nr.	Art	Theoretischer Informationsstand zu BIM	Praktische Erfahrung mit BIM	AwF nach BIM Deutschland bekannt?
E1	Berater	8	5	Ja
E2	Auftraggeber	6	8	Ja
E3	Auftraggeber	8	3	Ja
E4	Auftraggeber	10	10	Ja
E5	Auftragnehmer	1	1	Nein
E6	Auftragnehmer	5	5	Ja
E7	Auftraggeber	5	5	Ja
E8	Auftraggeber	7	6	Ja
E9	Auftragnehmer	4	2	Ja
E10	Auftragnehmer	9	5	Ja

Teil 2 Einschätzung der BIM-Anwendungsfälle

Im nächsten Teil des Interviews sollten die Experten die 21 BIM-Anwendungsfälle von *BIM-Deutschland* bewerten. Zu diesem Zweck wurde eine Skala von eins bis fünf verwendet, wobei eins für *eher unwichtig* und fünf für *sehr wichtig* steht. Die Größe der Skala wurde gewählt, damit eine möglichst differenzierte Bewertung durch die Experten möglich ist und gleichzeitig Raum zwischen den Bewertungsstufen bleibt, um Abstufungen zu ermöglichen. Den Experten wurden die Bezeichnungen der BIM-Anwendungsfälle präsentiert und bei Bedarf auf Grundlage der Kurzdefinition (BIM Deutschland 2022, S. 17–19) von *BIM Deutschland* erläutert. Zudem wurde den Experten die Gelegenheit gegeben, ihre Entscheidungen und ihre Meinung zu den einzelnen BIM-Anwendungsfällen zu erläutern.

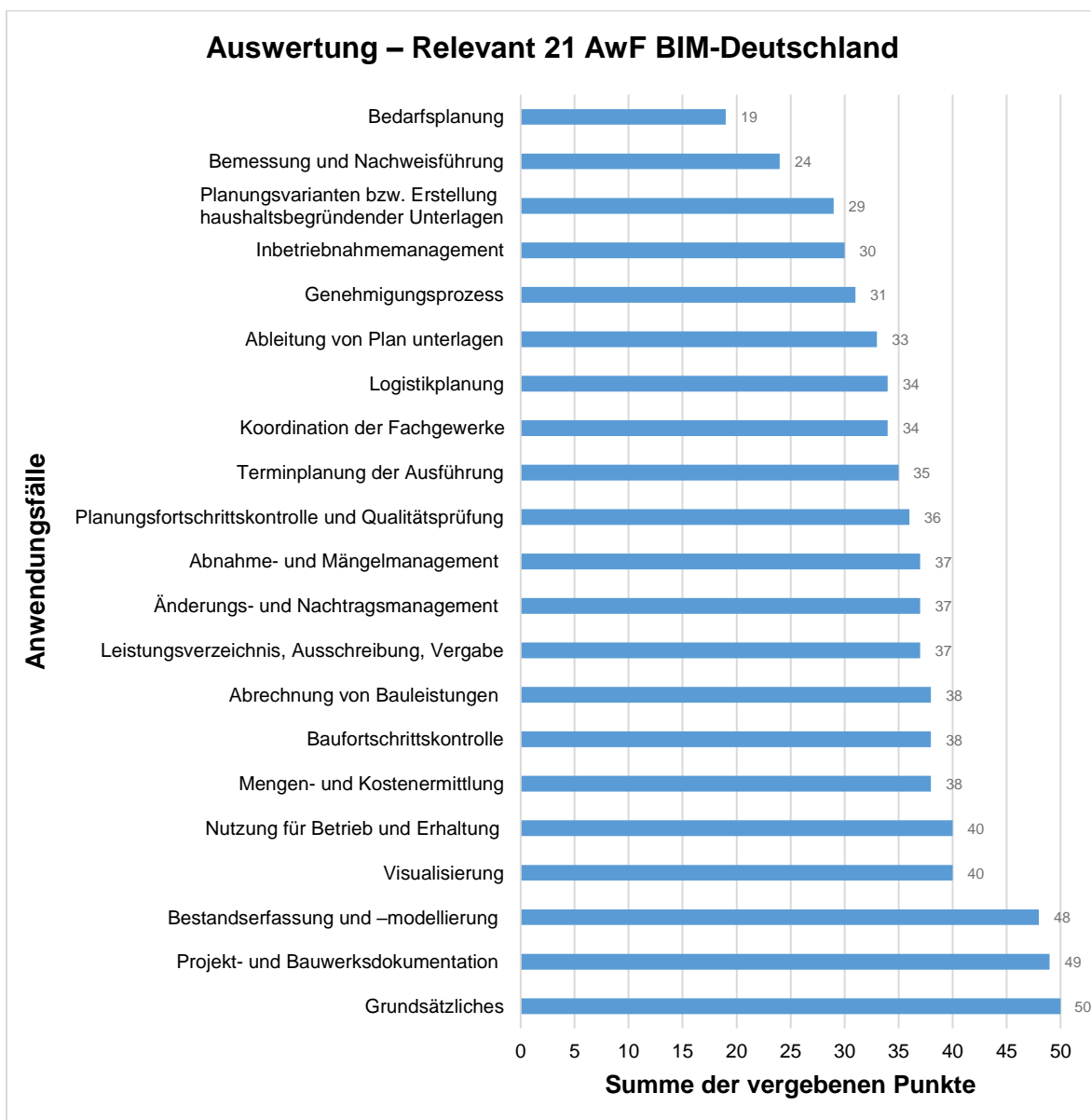


Abbildung 3-3 Auswertung der 21 BIM-Anwendungsfälle nach BIM Deutschland

Die Abbildung 3-3 zeigt die Auswertung der Expertenbefragung zu den 21 standardisierten BIM-Anwendungsfällen von *BIM Deutschland* anhand eines Balken-Diagramms. Auf der vertikalen Achse sind die BIM-Anwendungsfälle aufgelistet. Die horizontale Achse zeigt die Summe der von den Experten vergebenen Punkte. Die am wichtigsten bewerteten BIM-Anwendungsfälle nach der Summe der vergebenen Punkte sind demnach *Grundsätzliches* mit 50 Punkten, *Projekt- und Bauwerksdokumentation* mit 49 Punkten, *Bestandserfassung und -modellierung* mit 48 Punkten sowie *Visualisierung* und *Nutzung für Betrieb und Erhaltung* mit jeweils 40 Punkten.

Teil 3 Offenes Gespräch über markante BIM-Anwendungsfälle

Der letzte Teil des Interviews knüpft direkt an den vorherigen Teil an. In diesem Abschnitt wurden die Experten detaillierter zu den spezifischen BIM-Anwendungsfällen befragt. Dabei wurde berücksichtigt welchen BIM-Anwendungsfällen die Befragten im zweiten Teil eine *sehr hohe* Wichtigkeit zugeordnet hatten. Für diese BIM-Anwendungsfälle wurde konkret nachgefragt, aus welchen Gründen sie diese als besonders wichtig erachten, welchen Nutzen sie daraus ableiten können, welche Voraussetzung bestehen, wie die Umsetzung aussehen würde und zu welchen Projektphasen sie die BIM-Anwendungsfälle zuordnen würden. Diese Fragen wurden gestellt, sofern sie im vorangegangenen Teil 1 nicht bereits beantwortet wurden. Die Stichworte Nutzen, Voraussetzung, Umsetzung und Projektphase sind Kategorien der Steckbriefe für die standardisierten BIM-Anwendungsfälle und wurden abgefragt um die Expertenaussagen für die Erstellung dieser Steckbriefe verwenden zu können. Die Experten wurden unabhängig von ihren eigenen Einschätzungen zu den drei BIM-Anwendungsfällen *Bestandserfassung und -modellierung*, *Visualisierung* und *Projekt- und Bauwerksdokumentation* befragt. Diese Auswahl wurde im Vorfeld unter der Betrachtung unterschiedlicher Aspekte getroffen:

- Die drei genannten BIM-Anwendungsfälle gehören zu den im Positionspapier *BIM im Leitungsbau* aufgeführten BIM-Anwendungsfällen, daraus lässt sich eine grundsätzliche Relevanz für den Rohrleitungsbau ableiten.
- Die drei BIM-Anwendungsfälle werden im *Masterplan BIM Bundesfernstraßen* betrachtet, die Ergebnisse lassen sich daher direkt vergleichen.

- Die drei BIM-Anwendungsfälle wurde in Vorgesprächen mit der Thyssengas GmbH als relevant eingestuft und lassen sich auf ein durchgeführtes Pilotprojekt anwenden, woraus Praxisbeispiele abgeleitet werden können.

Zum Schluss wurden die Experten gefragt, ob sie weitere Meinungen und Ansichten zu BIM im Rohrleitungsbau äußern möchten, zu denen sie zuvor keine Gelegenheit hatten. Abschließend wurden die Experten gebeten, einen Ausblick auf die weitere Entwicklung von BIM im Rohrleitungsbau zu geben.

3.2 Auswertung

Um mit der Auswertung der Interviews beginnen zu können, wurde zunächst festgelegt, welche BIM-Anwendungsfälle für den Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau untersucht werden sollen. Für diese Auswahl wurden die Auswertungen der Experteninterviews gemäß Abbildung 3-3 berücksichtigt. Es wurde entschieden, die drei höchst bewerteten Anwendungsfälle zu untersuchen.

Der Konzeptentwurf soll allgemeine Vorschläge für BIM-Anwendungsfälle enthalten, daher wurde der Fall *Grundsätzliches* ausgeschlossen. Dieser BIM-Anwendungsfall soll gemäß der Definition von BIM Deutschland (BIM Deutschland 2022, S. 17) spezifische Inhalte z. B. zur Umsetzung von AIA und BAP in Abhängigkeit des Maßnahmenträgers enthalten und wurde deshalb nicht untersucht.

Die nächst höchsten Bewertungen erhielten der BIM-Anwendungsfall *Bestandserfassung und -modellierung* mit 48 Punkten und *Projekt- und Bauwerksdokumentation* mit 49 Punkten. Der BIM-Anwendungsfall *Visualisierung und Nutzung für Betrieb und Erhaltung* erhielten die gleiche Punktzahl von 40. Da der BIM-Anwendungsfall *Visualisierung* bereits im Vorfeld als wichtig erkannt wurde, wurde dieser ausgewählt.

Für die Auswertung der Interviews wurde die Methode der Qualitativen Inhaltsanalyse verwendet. Für die Analyse wurden drei Hauptkategorien festgelegt, diese ergaben sich aus den drei ausgewählten BIM-Anwendungsfällen: *Bestandserfassung und -modellierung*, *Visualisierung* und *Projekt- und Bauwerksdokumentation*.

Die Interviews wurden mithilfe der Künstlichen Intelligenz (KI) *Whisper* von *OpenAI, Inc.* über die Applikation *aTrain* in der Version 1.2.0 transkribiert.

Die Transkription wurde im Anschluss in das Programm *MAXQDA24* zusammen mit den dazugehörigen Videodateien eingefügt.

Im ersten Analyseschritt wurden die, durch die KI erzeugte Transkription mithilfe der Videos durchgearbeitet. Hierbei wurden Fehler und Lücken der KI-Transkription im bedarfsgerechten Umfang ausgebessert. Während des ersten Durchgangs wurden die Texte nach den vorher bestimmten Kategorien durchsucht und alle passenden Passagen entsprechend markiert. Im zweiten Durchgang wurden die Textpassagen anhand der drei Oberkategorien analysiert und Unterkategorien gebildet. Die gewählten Unterkategorien werden in der Tabelle 3-2 den Oberkategorien zugeordnet aufgelistet.

Tabelle 3-2 Ober- und Unterkategorien

Bestandserfassung und -modellierung	Visualisierung	Dokumentation
Beweissicherung	Arbeitshilfe	Arbeitskraftoptimierung
Dokumentation	Kommunikation	As-built Model
Fehlervermeidung	Öffentlichkeitsarbeit	Bauwerksinformationsdaten
Informationstiefe	Simulation	Betrieb
Kollisionsprüfung	Transparenz	Datenmanagement
Kosten		Geoinformationsdaten
Modellierung		Informationsanforderungen
Planungsgrundlagen		Lebenszyklus
Planungssicherheit		Qualitätssicherung
Vorgehensweise		Zentrales Datenmodell

Zur Analyse der Experteninterviews wurden drei Tabellen erstellt, eine Tabelle für jede der drei Oberkategorien. Die Expertenaussagen wurden für die Erstellung der BIM-Anwendungsfall Steckbriefe herangezogen. Im Rahmen der Zuordnung der Expertenaussagen zu den entsprechenden Stellen in den Steckbriefen wurden diese den Kategorien der Steckbriefe zugeordnet. Darüber hinaus wurden zu den Zitaten Paraphrasen verfasst. Diese Paraphrasen dienen dazu, die Zitate auf ihre Kernaussage zu komprimieren.

Die Auswertungstabellen sind entsprechend Tabelle 3-3 aufgebaut. Spalte A enthält die Nummer des Experten, Spalte B die Unterkategorie z. B. „Modellierung“, in Spalte C wird eine Zuordnung zum Steckbrief eingetragen z. B. „Nutzen: Planungsgrundlage schaffen“, Spalte D beinhaltet eine Paraphrase der Aussage und Spalte E das vollständige Zitat. In der Tabelle 3-3 wird als Beispiel eine Expertenaussage aus der Oberkategorie *Bestandserfassung und -modellierung* dargestellt. Die vollständigen Auswertungstabellen zu den Experteninterviews finden sich im digitalen Anhang „Auswertungstabelle Experteninterviews.xlsx“. Innerhalb dieser Exceltabelle findet sich eine Filterfunktion, die dazu dient, die Suche nach spezifischen Informationen über die Unterkategorien und die Steckbriefkategorien zu erleichtern.

Tabelle 3-3 Aufbau Auswertungstabelle der Experteninterviews mit Beispiel

A	B	C	D	E
E.Nr.	Unterkategorie	Steckbriefkategorie	Paraphrase	Zitat
E1	Modellierung Planungsgrundlage Fehlervermeidung	Nutzen: Planungsgrundlage schaffen	Im Rohrleitungsbau fehlt häufig eine genaue 3D-Modellierung des Untergrunds, was in der Planungsphase zu Unsicherheiten führt. BIM bietet durch die Modellierung des Untergrunds eine risikoärmere Planungsgrundlage und stellt somit einen zentralen Anwendungsfall für den Bau dar.	Also das ist genau das, was ziemlich banal klingt, aber wir haben keine 3D-Modellierung in dem Sinne oder keine Modellierung des Untergrundes in dem Sinne und das ist das, was uns immer ständig auf die Füße fällt, wenn wir in die Planung einsteigen. Wir wissen nicht, wie es wirklich da unten aussieht. Und BIM bietet tatsächlich über eine entsprechende Modellierung Planungsgrundlage, die da jetzt risikoärmer ist, erscheint als eine gute Möglichkeit. Also da sehe ich tatsächlich bei dem Rohrleitungsbau, bei dem Bau selber, du hast ja gefragt nach Bau, sehe ich da einen Hauptanwendungsfall, eine vernünftige Planungsgrundlage zu bekommen, wenn man dann diesen Untergrund entsprechend so modellieren kann.

4 Entwicklung des Konzepts für den „Masterplan BIM Rohrleitungsbau“

4.1 Grundsätzliches

Im Rahmen dieser Arbeit sollte ein Konzept für einen Masterplan BIM Rohrleitungsbau erstellt werden. Ein ähnliches Konzept mit dem Titel *Masterplan BIM Bundesfernstraßen* wurde bereits vom *BMVI* unter Beteiligung von *BIM Deutschland* veröffentlicht. Dieses Konzept beinhaltet mehrere einzelne Rahmendokumente darunter z. B. Auftraggeber-Informationen-Anforderungen, BIM-Abwicklungsplan und BIM-Anwendungsfälle (BMVI 2021a, S. 16). In dieser Arbeit wird die Konzentration auf den BIM-Anwendungsfällen liegen. Für die Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen sind Steckbriefe eine bewehrte Methode und bilden daher den Kern dieser Arbeit.

Bei der Erstellung der Steckbriefe wurde auf bereits vorhandene Formate zurückgegriffen. Im Zuge des *Masterplan BIM Bundesfernstraßen* erschien zu diesem Thema das Rahmendokument *Steckbriefe der Anwendungsfälle* (BMVI 2021b). Außerdem berücksichtigt wird das Dokument *Standard-Anwendungsfälle* (BIM Deutschland 2022), ein Mustersteckbrief welcher von *BIM Deutschland* veröffentlicht wurden, und *Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle* (BMVI 2019) die im Zuge von *BIM4INFRA2020* veröffentlicht wurden. Zudem wurde auf die Einhaltung der *VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1* geachtet. Diese Dokumente bilden zusammen die Arbeitsgrundlage für die Steckbriefe im Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau. Der vollständige Konzeptentwurf findet sich im digitalen Anhang „KE-Masterplan BIM Rohrleitungsbau.pdf“. Die folgenden Abschnitte dienen der Erklärung des Aufbaus dieses Konzeptentwurfes und der Abgrenzung zu den Vorbilddokumenten.

4.2 Kurzdarstellung

Ziel des Konzeptentwurfs Masterplan BIM Rohrleitungsbau ist es, einen ersten Einblick in die Umsetzung von BIM-Zielen mithilfe von BIM-Anwendungsfällen zu geben. Es wurde darauf geachtet die Steckbriefe so umfassend wie nötig und dabei so kurz wie möglich zu gestalten. Die Steckbriefe geben einen allgemeinen Überblick und dienen als Vorlage für projektspezifische BIM-Anwendungsfälle, sie haben dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit und sind kein Ersatz für projektspezifische BIM-Anwendungsfall Steckbriefe.

4.3 Aufbau der Steckbriefe und Umsetzungsdetails

4.3.1 Steckbriefe

Die Steckbriefe zu den BIM-Anwendungsfällen enthalten grundlegende Informationen. Sie sollen einen allgemeinen Überblick über den Nutzen, die Voraussetzungen und die Umsetzung der jeweiligen BIM-Anwendungsfälle geben. Der Aufbau der Steckbriefe richtet sich nach dem Vorbild von *BIM Deutschland: Standard-Anwendungsfälle* (BIM Deutschland 2022, S. 10–13).

Die Steckbriefe sind nach den folgenden Kategorien gegliedert:

Bezeichnung und Nummerierung

Die Nummerierung orientiert sich an den standardisierten BIM-Anwendungsfällen von BIM Deutschland. Die Bezeichnungen können abweichen.

Projekt-/Lebenszyklusphasen

Es erfolgt eine Gliederung nach Lebenszyklusphasen. Diese werden in Bedarf, Planen, Bauen, Betreiben unterteilt (BIM Deutschland 2022, S. 11). Je nach Projekt und den Bedürfnissen der Beteiligten können diese Lebenszyklusphasen angepasst bzw. erweitert werden, so wäre z. B. auch eine Unterteilung nach der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) möglich. Für den Konzeptentwurf wurde auf eine weitere Unterteilung verzichtet, um das Dokument nicht zu überfrachten.

Definition

Grundlegende Beschreibung des BIM-Anwendungsfalls.

Nutzen

Beschreibung der potenziellen Vorteile des BIM-Anwendungsfalls.

Voraussetzung

Auflistung der Voraussetzungen, die für die Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls im Vorfeld erfüllt sein müssen. Hierbei wird zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber unterschieden.

Input und Output

Auflistung möglicher Datenformate, die bei der Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls üblicherweise ausgetauscht werden.

Projekt- /Praxisbeispiele

Die Darstellung der Projekt-/Praxisbeispiele beinhaltet gemäß der Mustervorlage von *BIM Deutschland* eine Beschreibung und eine Abbildung, siehe Abbildung 4-1. Diese Darstellung findet sich im *Masterplan BIM Bundesfernstraßen* wieder, siehe Abbildung 4-2.

Tabelle 7 Praxisbeispiel für den Anwendungsfall

Projekt- /Praxisbeispiel



Abbildung eines mit Mengen und Kostensätzen hinterlegten 3D-Ausführungsmodells einer Brücke in einer speziellen Software. © Max Bögl

Abbildung 1 Abbildung des Anwendungsfalls Mengen- und Kostenermittlung (Quelle: BIM4INFRA2020, 2019a)

Quelle: (BIM Deutschland 2022, S. 13)

Abbildung 4-1 Praxisbeispiel – Mustervorlage BIM Deutschland

Projekt- /Praxisbeispiele

Beispiel 1: Bergedorfer Straße/A1

In diesem Beispiel wurde eine einfache Visualisierung einer Planungsvariante aus vorhandenen Modellen um einige Details wie Fahrzeuge und Vegetation (siehe Abbildung 1) ergänzt.



Abbildung 1: Bergedorfer Straße/A1 (Quelle: LSBG / WTM)

Beispiel 2: Haynsparkbrücke

Hier wurde eine fotorealistische Visualisierung einer Planungsvariante, unabhängig von vorhandenen Modellen, in einer Spezialsoftware erstellt (siehe Abbildung 2).



Abbildung 2: Haynsparkbrücke (Quelle LSBG/Grassl Ing.)

Quelle: BMVI 2021b, S. 33

Abbildung 4-2 Praxisbeispiel – Masterplan BIM Bundesfernstraßen

Für den Konzeptentwurf dieser Arbeit wurde die Darstellung erweitert um den Titel, das Thema, Nutzen und Voraussetzungen sowie optional die Projektbeteiligten. Diese Darstellung wie in Tabelle 4-1 für den BIM-Anwendungsfall *Visualisierung* beispielhaft dargestellt, dient der Nutzerfreundlichkeit. Diese wird über die einheitliche Darstellung und die Auflistung von Nutzen und Voraussetzung gesteigert. So kann der Anwender neben der Beschreibung den Nutzen des Beispiels und die wichtigsten Rahmenbedingungen ablesen.

Tabelle 4-1 Beispieldarstellung Praxisbeispiel

Praxisprojekt: Umbau eines Schieberkreuzes

Thema: 3D-CAD-Modell

AG: Thyssengas | AN: PV Ansperger

Beschreibung

Für den Umbau eines Schieberkreuzes wurde ein 3D-CAD-Modell erstellt. In diesem Modell wurden die Explosionszonen durch rosa eingefärbte Zylinder dargestellt. Das Modell des Schieberkreuzes wurde bei Projektbesprechungen mit verschiedenen Beteiligten verwendet, um die Gegebenheiten vor Ort zu veranschaulichen.

Nutzen:

- Projektkommunikation
- Transparenz

Voraussetzung:

- geeignete Software & Hardware
- geschultes Personal

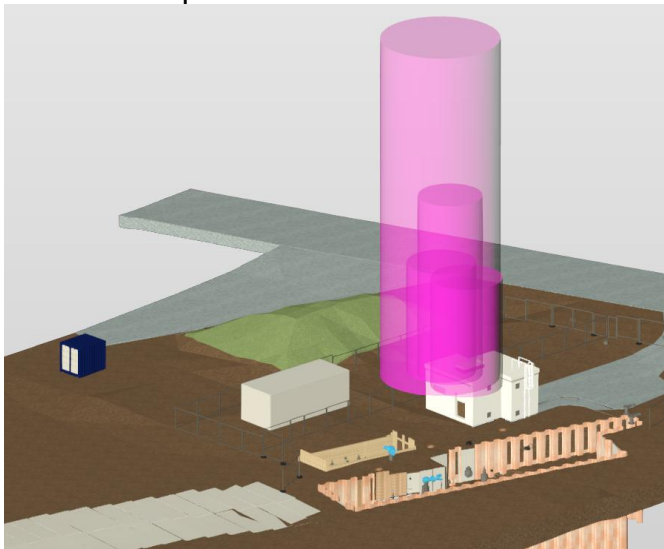


Abb.1 Auszug Ex-Zone

Die jeweiligen Projektbeispiele für die ausgewählten BIM-Anwendungsfälle finden sich im digitalen Anhang *KE-Masterplan BIM Rohrleitungsbau* auf den folgenden Seiten: *Bestandserfassung- und Modellierung* auf S. 12, *Visualisierung* auf S. 18 und S. 19 und *Projekt- und Bauwerksdokumentation* auf S. 26.

4.3.2 Umsetzungsdetails

Die Umsetzungsdetails dienen dazu, einen tieferen Einblick in die allgemeinen Umsetzungsschritte zu ermöglichen. Der Aufbau der Umsetzungsdetails richtet sich nach der Vorlage *Standard-Anwendungsfälle* (BIM Deutschland 2022, S. 14–16).

Die Umsetzungsdetails sind nach den folgenden Kategorien gegliedert:

Bezeichnung und Nummerierung

Die Nummerierung und Bezeichnung aus den Steckbriefen werden übernommen.

Detaillierte Umsetzungsschritte

An dieser Stelle werden die in den Steckbriefen aufgeführten Umsetzungsschritte vertieft und um Teilschritte ergänzt. Bei projektspezifisch ausgearbeiteten BIM-Anwendungsfällen können hier detaillierte Schritte und Methoden aufgelistet werden.

Qualitätskriterien

Hier werden Regeln aufgelistet, die für die Qualitätssicherung eines BIM-Anwendungsfalls nötig sind.

Beteiligte Akteure

Auf diese Darstellung wird für den einzelnen BIM-Anwendungsfall im Gegensatz zu der Mustervorlage von *BIM Deutschland* verzichtet (BIM Deutschland 2022, S. 15). Stattdessen wird eine Beschreibung der BIM-Rollen, welche ihre Verantwortlichkeiten enthält eingesetzt. Dies soll das Verständnis für die jeweiligen Prozessdiagramme unterstützen.

Synergien zwischen den AwF

Hier wird beschrieben, welche Überschneidungen zwischen den AwF bestehen, wie sie einander beeinflussen und wie sie aufeinander aufbauen können.

Prozesse des Anwendungsfalls

Zur Veranschaulichung der beschriebenen Umsetzungsschritte werden Prozessdiagramme erstellt. Diese veranschaulichen die Reihenfolge der Umsetzungsschritte und die Zuständigkeiten. Die Zuständigkeiten werden dabei dem Auftraggeber und den BIM-Rollen: BIM-Manager, BIM-Koordinator und BIM-Autor zugeordnet.

Im Folgenden werden die Aufgaben der einzelnen BIM-Rollen erläutert:

BIM-Manager

Ein BIM-Manager ist eine vom Auftraggeber (AG) eingesetzte Person, die für die strategische Planung und Umsetzung des BIM-Prozesses verantwortlich ist. Diese Person koordiniert die Einhaltung der AIA, definiert die BIM-Ziele und Anforderungen, arbeitet eng mit den BIM-Koordinatoren zusammen und stellt die Qualität, Aktualität und Vollständigkeit des Datenmodells sicher (BIM-Glossar 2021, S. 41) (VDI 2552 Blatt 1, S. 13).

BIM-Koordinator

Ein BIM-Koordinator ist eine Person, die verantwortlich ist für die praktische Umsetzung der BIM-Ziele und die Qualitätssicherung der Fach- und Teilmodelle. Insbesondere die Prüfung auf Richtigkeit, Vollständigkeit und Kollisionen sowie die Koordination des fehlerfreien Datenaustausches gehören zu ihren Aufgaben. Es kann unterschieden werden in BIM-Fachkoordinatoren, welche die eigenen Fachmodelle prüfen, und einem BIM-Gesamtkoordinator, der alle Modelle gewerkeübergreifend validiert und zusammenführt (BIM-Glossar 2021, S. 40) (VDI 2552 Blatt 1, S. 13).

BIM-Autor

Ein BIM-Autor ist ein Projektmitglied, das in Abstimmung mit dem BIM-Koordinator innerhalb des BIM-Prozesses Fach- oder Teilmodelle erstellt, bearbeitet und mit Informationen ergänzt. Diese Person hat die „Datenhoheit“ über die von ihr erstellten Modelle und fügt Informationen gemäß der AIA hinzu (BIM-Glossar 2021, S. 42) (VDI 2552 Blatt 1, S. 13).

Die Informationsflüsse zwischen den Akteuren folgen einem einheitlichen Schema, welches durch die Abbildung 4-3 verdeutlicht wird. Diese Abbildung dient als grafische Ergänzung zu den textlichen Definitionen der BIM-Rollen. Die Darstellung wurde auf Grundlage der Beschreibung der BIM-Rollen in der *VDI 2552 Blatt 1* und dem *BIM Glossar* von buildingSMART entwickelt (BIM-Glossar 2021, S. 40–42) (VDI 2552 Blatt 1, S. 13–14).

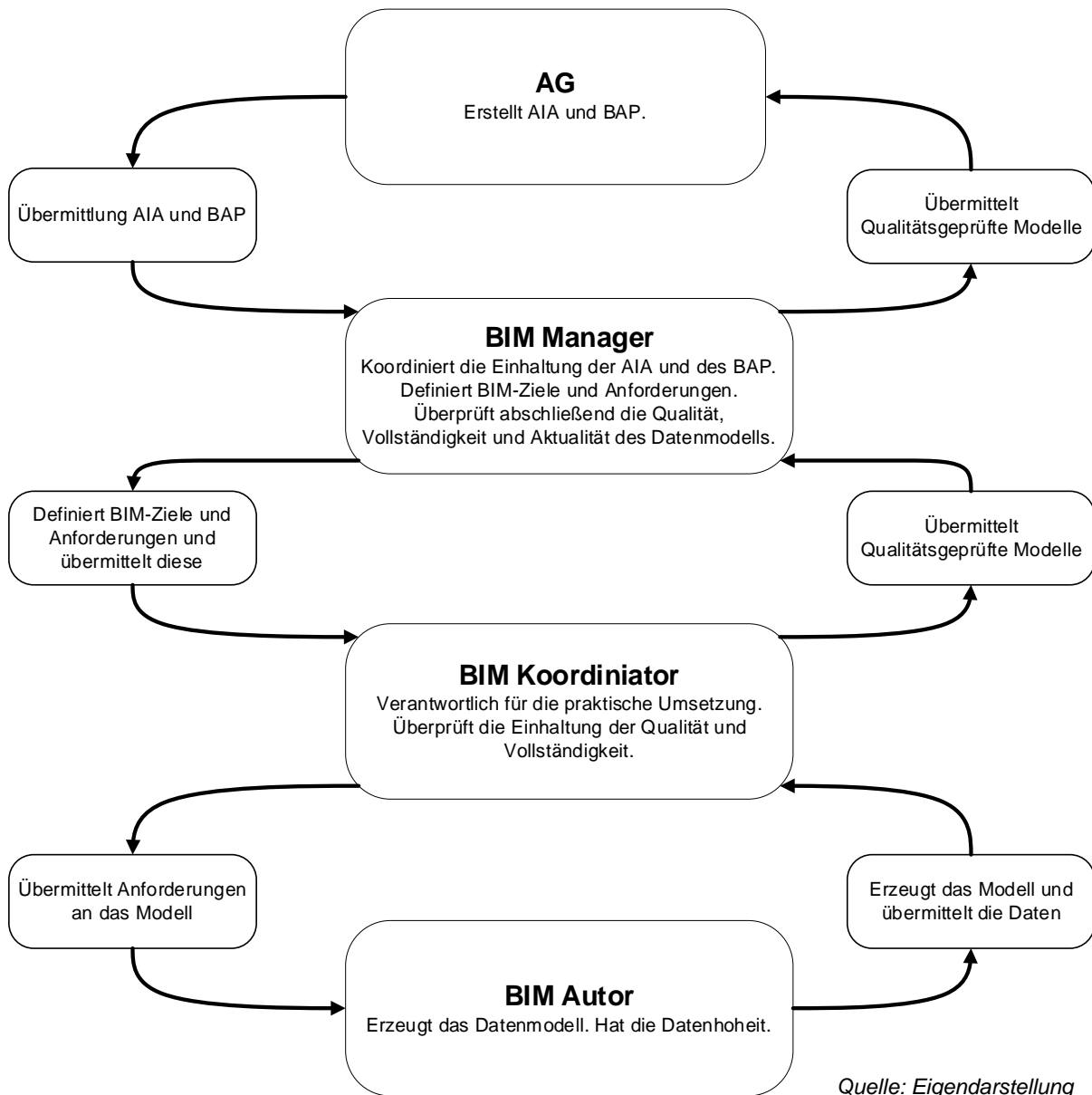


Abbildung 4-3 Informationsaustausch AG und BIM-Rollen

Prozessdiagramme

Die Prozessdiagramme für die einzelnen BIM-Anwendungsfälle wurden nach einem einheitlichen Schema entworfen, welches sich an den Vorgaben der *DIN EN ISO 29481-1* (DIN EN ISO 29481-1 Entwurf, S.33, S.37) und der Mustervorlage *Standard-Anwendungsfälle* (BIM Deutschland 2022, S. 16) und dem Vorbilddokument *Masterplan BIM Bundesfernstraßen* (BMVI 2021b) orientiert siehe Abbildung 4-4.

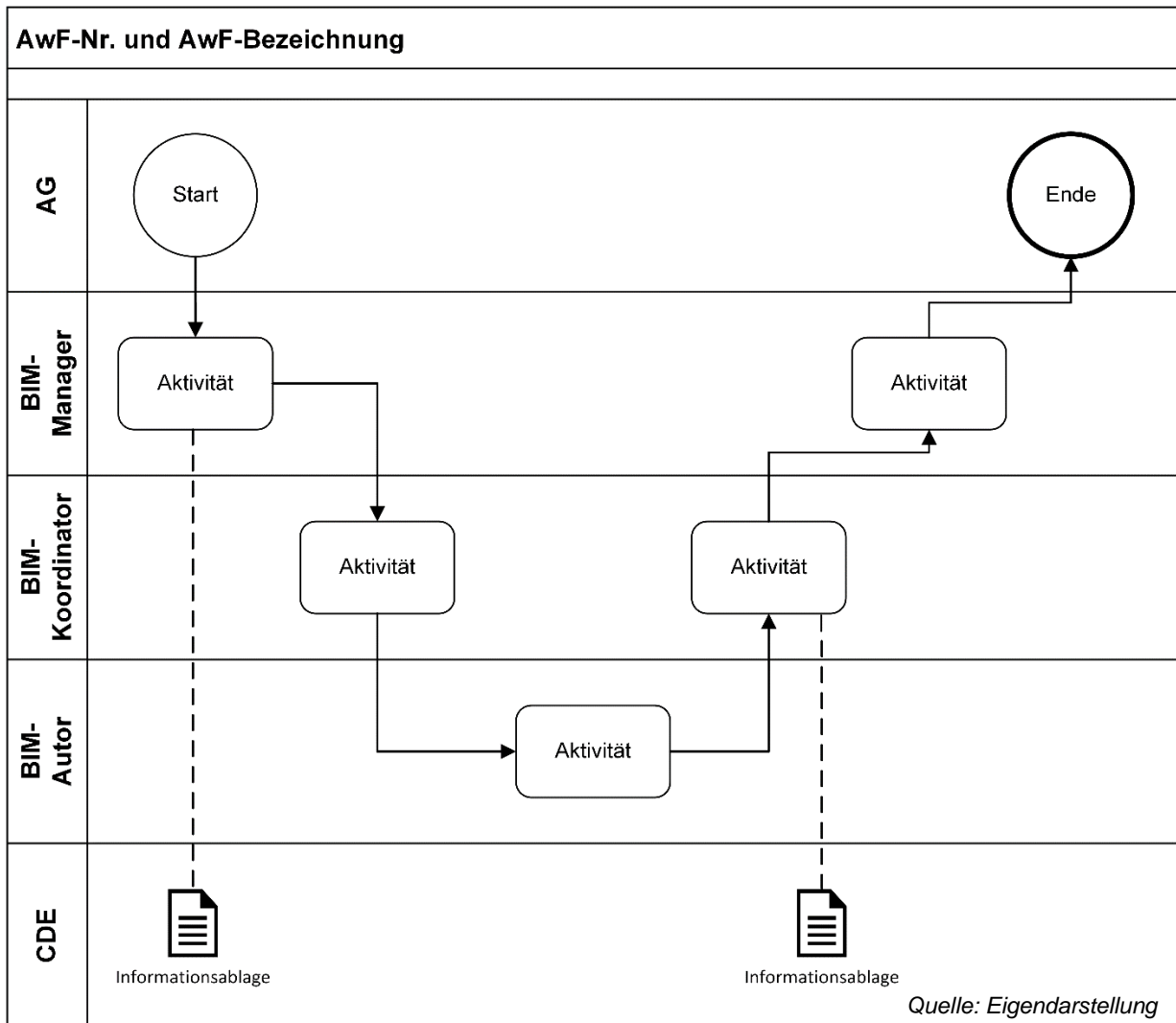


Abbildung 4-4 Schematische Darstellung AwF-Prozessdiagramm

Die Spaltenaufteilung nach den BIM-Rollen wurden der Mustervorlage von *Standard-Anwendungsfälle* entnommen (BIM Deutschland 2022, S. 16). Diese Aufteilung findet sich im *Masterplan BIM Bundesfernstraßen* wieder und wurde dort um eine Spalte CDE ergänzt. In dieser Spalte werden die Informationen eingetragen, welche aus einer Aktivität heraus in die zentrale Datenablage fließen. Diese wurde für den Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau übernommen. Hinzugefügt wurde für den Konzeptentwurf die Spalte Auftraggeber. Diese Spalte wurde ergänzt, um die Rolle des Auftraggebers im BIM-Prozess zu beschreiben.

Die Prozessdiagramme zu den ausgewählten BIM-Anwendungsfällen finden sich im digitalen Anhang *KE-Masterplan BIM Rohrleitungsbau* auf den folgenden Seiten: *Bestandserfassung und -modellierungen* auf S. 15, *Visualisierung* auf S. 22 und S. 23 und *Projekt- und Bauwerksdokumentation* auf S. 29.

4.4 Steckbriefe und Umsetzungsdetails

Die Steckbriefe und Umsetzungsdetails wurden in Anlehnung an die bereits vorliegenden Veröffentlichungen von *BIM4INFRA2020* und *BIM Deutschland* erstellt. In den folgenden Synopsen wird dargestellt, welche Inhalte aus den Vorbilddokumenten in welcher Weise übernommen wurden. Teilweise wurden ganze Abschnitte und Formulierungen übernommen, teilweise erfolgte eine inhaltliche Orientierung. In Tabelle 4-2 wird Aufbau der Synopsen erläutert. Die Steckbriefe werden entsprechend in Tabelle 4-3, Tabelle 4-5 und Tabelle 4-7 aufgeschlüsselt und die Umsetzungsdetails in Tabelle 4-4, Tabelle, Tabelle 4-6 und Tabelle 4-8.

Tabelle 4-2 Erklärung zu den Synopsen

Erklärung zu den Synopsen				
Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5
<p>Kategorien innerhalb des Steckbriefes z.B. Definition, Nutzen...</p>	<p>Inhalt des Dokumentes „Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle“ aus der Serie „Handreichungen und Leitfäden“.</p> <p>Herausgeber: BMVI</p> <p><i>BIM4INFRA2020</i></p> <p>Stand April 2019</p> <p>Grün hinterlegter Text mit schwarzer Schrift markiert Passagen, die sinngemäß in den Masterplan BIM Rohrleitungsbau des jeweiligen AwF übernommen wurden.</p> <p>Grün hinterlegter Text mit grüner Schrift markiert Textstellen, die wörtlich in den Masterplan BIM Rohrleitungsbau des jeweiligen AwF übernommen werden.</p>	<p>Inhalt des Dokumentes „Masterplan BIM Bundesfernstraßen“ aus der Serie „Rahmendokumente: Steckbrief der Anwendungsfälle – Version 1.0“.</p> <p>Herausgeber: BMVI</p> <p><i>BIM Deutschland</i></p> <p>Stand April 2021</p> <p>Orange hinterlegter Text mit schwarzer Schrift markiert Textstellen, die sinngemäß für den Masterplan BIM Rohrleitungsbau des jeweiligen AwF übernommen wurden.</p> <p>Orange hinterlegter Text mit roter Schrift markiert Textstellen, die wörtlich in den Masterplan BIM Rohrleitungsbau des jeweiligen AwF übernommen werden.</p>	<p>Inhalt des Konzeptentwurfs: Masterplan BIM Rohrleitungsbau (Digitaler Anhang: KE-Masterplan BIM Rohrleitungsbau)</p> <p>Eigenleistung</p> <p>Stand Februar 2025</p> <p>Textstellen die sinngemäß oder Wort für Wort aus den Vorbilddokumenten von BIM4INFRA2020 und BIM Deutschland übernommen wurden werden, wie in Spalte 2 und 3 erläutert farblich gekennzeichnet.</p>	<p>In dieser Spalte wird auf die Auszüge aus den Experteninterviews verwiesen, welche den Inhalt der jeweiligen Kategorie beeinflusst haben.</p>
Erläuterung	<p>Unter den einzelnen Kategorien befinden sich blau markierte Spalten mit Erläuterungen zum Inhalt der jeweiligen Kategorie im Masterplan BIM Rohrleitungsbau.</p>			

Tabelle 4-3 Synopse zum Steckbrief AwF 010

AwF 010 Bestandserfassung und -modellierung | Steckbrief				
	BIM4INFRA2020	Masterplan BIM Bundesfernstraßen	Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau	Interviews
Quelle	(BMVI 2019, S. 10–11)	(BMVI 2021b, S. 11–18)	Digitaler Anhang <i>KE-Masterplan BIM Rohrleitungsbau</i> S.10,11,13,14	
Titel	Bestandserfassung	Bestandserfassung und -modellierung	Bestandserfassung und Bestandsmodellierung	
Erläuterung	Der Titel des AwF 010 wird im Masterplan BIM Rohrleitungsbau abgewandelt. Aus den von <i>BIM Deutschland</i> definierten <i>Bestandserfassung und -modellierung</i> wird <i>Bestandserfassung und Bestandsmodellierung</i> . In den Experteninterviews musste mehrfach darauf hingewiesen werden, dass sich das Wort <i>Modellierung</i> auf die Modellierung des Bestandes bezieht. Deshalb wird auf die Ellipsenbildung verzichtet, um die Modellierung unmissverständlich mit dem Bestand zu verknüpfen. Ein alternativer Ansatz wäre es diesen Anwendungsfall in Bestandserfassung und Bestandsmodellierung zu unterteilen.			
Definition	Erfassung der wesentlichen Aspekte des Bestandes durch ein geeignetes Aufmaß und Überführung in ein Bestandsmodell. Die Eingangsdaten dafür können Daten aus bereits vorhandenen Plänen, Geoinformationssystemen, geodätischen Erfassungen wie Tachymetrie, Laserscanning, Photogrammetrie oder eine Kombination daraus umfassen. Dieser Anwendungsfall liefert digitale Planungsgrundlagen und ist somit eine wichtige Voraussetzung für die Durchführbarkeit und Qualität der nachfolgenden Anwendungsfälle.	Aus diversen Quellen werden die für das Projekt erforderlichen Grundlagendaten und Informationen identifiziert, aufbereitet, zusammengeführt, georeferenziert und in Form von Bestandsmodellen bereitgestellt.	Für das Projekt werden alle wesentlichen Bestandsinformationen zusammengetragen und an einem zentralen Ort abgelegt. Dazu gehört auch die Durchführung eines geeigneten Aufmaßes. Anschließend werden die Informationen zu einem Bestandsinformationsmodell zusammengetragen.	Z.23, Z.29
Erläuterung	Aus der Definition soll hervorgehen, dass die Überprüfung der Lage im Feld zu einem korrekten Bestandsinformationsmodell dazugehört. Der Begriff <i>Bestandsinformationsmodell</i> wurde gewählt, um die Relevanz der Informationen in den Vordergrund zu stellen.			
Lebenszyklusphasen	Planung (HOAI 1-3)	HOAI 1-2	Bedarf, Planen	Z.34
Erläuterung	Wie in den Vorbilddokumenten wird dieser AwF dem Bereich der Bedarfsermittlung und Planung zugeordnet.			

<p>Nutzen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung von Risiken durch Referenzieren des Projektkontextes in der Planungsphase und Erkennen von Schnittstellen zwischen Bestand und Neubau • Unterstützung von Entscheidungsprozessen des Auftraggebers im Projektverlauf • Wiederverwendung und/oder Fortschreibung von Daten zur Nachverfolgung des Baufortschritts sowie für die Nutzung in Betrieb und Unterhaltung • Kostensenkung für erforderliche Bestandserfassung zukünftiger (angrenzender) Bauprojekte oder bei Umbau und Instandsetzung 	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlage für weitere Anwendungsfälle • Unstimmigkeiten oder fehlende Informationen in Bestandsunterlagen können einfacher erkannt werden • Reduzierung von Risiken (z. B. durch frühzeitiges Erkennen von Konflikten zwischen Bestand und Neubau) • Bestandsdatenmanagement mit intuitiver und schneller Verwendbarkeit aller verfügbaren Informationen (visuelle Unterstützung und Lokalisierung der Projektinformationen) • Verbesserte Kommunikation mit allen Projektbeteiligten durch Nutzung der in diesem AwF erzeugten Modelle 	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlage für weitere Anwendungsfälle • Unstimmigkeiten gegenüber den Bestandsunterlagen direkt und frühzeitig erkennen • Planungsgrundlage und Planungssicherheit schaffen z. B. durch genaue Positionsbestimmung der Leitungen, früher Erkennung von potenziellen Störfaktoren und Kollisionsprüfungen • Kommunikationsgrundlage durch das Bestandsinformationsmodell für die Projektbeteiligten schaffen • durchgängige Dokumentation u. a. zur Beweissicherung über den Ursprungszustand 	<p>Z.03, Z.06, Z.08, Z.10, Z.14, Z.15, Z.20, Z.24, Z.30, Z.35, Z.39, Z.37, Z.43, Z.45, Z.47, Z.48</p>
<p>Erläuterung</p>	<p>Diese Stichpunkte fassen die sich wiederholenden Aussagen der Experteninterviews zum Nutzen für diesen AwF zusammen.</p> <p>Wichtig waren den Experten die Planungsgrundlage und -sicherheit, sowie die Kommunikationsgrundlage diese Punkte sind weitestgehend ähnlich zu dem Steckbrief aus dem <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i>.</p> <p>Zusätzlich wurde die Beweissicherung eingefügt.</p> <p>Die markanten Stichworte werden im Steckbrief für den Rohrleitungsbau fett gedruckt, um ihre Relevanz zu verdeutlichen.</p>			
<p>Voraussetzung</p>	<p>Auftraggeber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezifikation zu Inhalt, Struktur und Umfang der 3D-Bestandsmodelle durch den Auftraggeber unter Berücksichtigung geltender Vorgaben als Teil der AIA notwendig • Schulungsaufwand für die Anwendung von Werkzeugen zur Betrachtung und Prüfung der 3D-Bestandsmodelle <p>Auftragnehmer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erwerb von Kenntnissen und Techniken je Auftragnehmer zur Weiterverarbeitung von 	<ul style="list-style-type: none"> • AIA und abgestimmter BAP • Rollenspezifisch geeignete Software mit Schnittstellen gemäß BAP • Für diesen Anwendungsfall qualifiziertes Personal 	<p>Auftraggeber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorgaben zum Inhalt, Struktur und Umfang (LOIN) in den AIA festlegen und mit dem BAP abgestimmt • Software zur Betrachtung und Prüfung des Bestandsmodells • geschultes Personal zur Prüfung des Bestandsmodells • IT-Datensicherheitskonzept (Backup Strategien, unabhängige Datenformate) <p>Auftragnehmer</p> <ul style="list-style-type: none"> • geschultes Personal 	<p>Z.22</p>

	<p>erfassten Bestandsdaten und deren Überführung in Fachmodelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Anschaffung BIM-fähiger Softwareprodukte (z. B. zur Überführung vorhandener Bestandsinformationen in entsprechende Fachmodelle) 		<ul style="list-style-type: none"> • Software und Hardware für die Erstellung des Bestandsmodells • IT-Datensicherheitskonzept (Backup Strategien, unabhängige Datenformate) 	
Erläuterung	<p>Die Unterteilung in Auftraggeber (AG) und Auftragnehmer (AN) verdeutlicht, welche Voraussetzungen von wem erfüllt werden sollen und wurde daher von <i>BIM4INFRA2020</i> übernommen. Diese Unterteilung wird auch in der Mustervorlage <i>Standard-Anwendungsfälle von BIM Deutschland</i> durchgeführt.</p> <p>Geschultes Personal, sowie Soft- und Hardware wurden in beiden Vorbilddokumenten genannt und werden in den Steckbrief für den Rohrleitungsbau übernommen. Dieser Punkt wurde in den Experteninterviews unabhängig von den AwF benannt und findet sich daher in allen AwF wieder.</p> <p>Der Punkt Datensicherheit ergab sich aus den Gesprächen mit den Akteuren der Thyssengas GmbH und wurde als Voraussetzung für BIM erkannt und daher aufgenommen. Dieser Punkt findet sich in den anderen AwF wieder.</p>			
Umsetzung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definition der erforderlichen Fachmodelle und enthaltenen Daten zur Bestandsaufnahme 2. Aufnahme der geometrisch notwendigen Informationen in der erforderlichen Genauigkeit 3. Zusammenführung der Fachmodelle in einem einheitlichen geodätischen Bezugssystem 4. Überführung in ein strukturiertes BIM-Modell mit zusätzlichen Informationen als hochwertige Planungsgrundlage und Informationsbasis für den weiteren Projektverlauf 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen 2. Sichtung und Prüfung von Eingangsdaten 3. Identifizierung und Erhebung/Abfrage weiterer notwendiger Daten 4. Überführung der digital verarbeitbaren Eingangsdaten in ein einheitliches geodätisches Bezugssystem 5. Erstellung der Fachmodelle des Bestandes 6. Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung (AN) 7. Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung (AG) 8. Bereitstellung der qualitätsgeprüften Ergebnisse 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und Berücksichtigen 2. Sichtung und Prüfung der Eingangsdaten 3. Überführung der Bestandsdaten in ein einheitliches geodätisches Bezugssystem 4. Prüfung der Bestandsdaten im Feld 5. Erstellung eines Bestandsmodells → 3D-CAD Modell oder GI-Modell je nach AIA 6. Qualitätsprüfung des Modells (AN, AG) 7. Freigabe des Modells 	<p>Z.12, Z.16, Z.17, Z.18, Z.19, Z.25, Z.26, Z.38, Z.46, Z.53</p>
Erläuterung	<p>Die Punkte der Umsetzung für den Rohrleitungsbau ähneln dem Vorbilddokument <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i>. Ein Punkt der hinzugefügt wurde ist die Überprüfung der Bestandsdaten im Feld. Dieser Schritt wurde von den Experten als notwendig für ein verlässliches Bestandsinformationsmodell benannt, und ist eine Voraussetzung für Planungsgrundlage sowie Planungssicherheit.</p>			

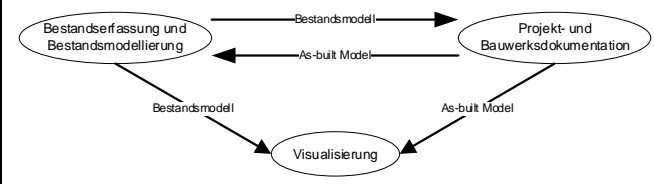
<p>Input</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Punktwolken (LAS, E57) ● GIS-Daten (LANDXML, CITYGML, NAS) ● Bestandspläne (PDF, DXF) ● Fotos (TIFF, BMP, GEOTIFF) ● Trassierungsmodell (IFC, OKSTRA) ● Digitales Geländemodell (ASCII, IFC, LANDXML, OKSTRA) ● Baugrundmodell (GROUNDXML, AGS) ● GIS-Modell (GML) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Geländemodell (z. B. LANDXML, ASCII) ● 3D-Stadtmodell (z. B. CITYGML) ● Bestandspläne (z. B. PDF, DXF) ● Vermessungsdaten u. a. Punktwolken, Fotos, Bestandsmodelle (z. B. LAS, E57, TIFF, IFC, ASC) ● Baugrundinformationen, Geobasisdaten, Altbergbau (z. B. XML, DXF, IFC, PDF, CSV) ● ALKIS – Liegenschaftskataster (z. B. DXF, NAS) ● Gefahrgut, Kampfmittel, Altlasten (z. B. PDF, DXF) ● Datenbanken (z. B. ASCII, WMS, WFS) ● Orthophotos (z. B. WJPG, GEOTIFF) ● Revisionspläne (z. B. PDF) ● Etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Geländemodell (z. B. LANDXML, ASCII) ● 3D-Stadtmodell (z. B. CITYGML) ● Bestandspläne (z. B. PDF, DXF) ● Vermessungsdaten u. a. Punktwolken, Fotos, Bestandsmodelle (z. B. LAS, E57, TIFF, IFC, ASC) ● Baugrundinformationen, Geobasisdaten, Altbergbau (z. B. XML, DXF, IFC, PDF, CSV) ● ALKIS – Liegenschaftskataster (z. B. DXF, NAS) ● Gefahrgut, Kampfmittel, Altlasten (z. B. PDF, DXF) ● Datenbanken (z. B. ASCII, WMS, WFS) ● Orthophotos (z. B. WJPG, GEOTIFF) ● Revisionspläne (z. B. PDF) ● etc. 	
<p>Output</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualitätsgeprüfte Bestandsmodelle ▪ Verknüpfte Berichte und Dokumentationen 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bestandsmodell (z. B. IFC) 	
<p>Erläuterung</p>	<p>Die Eingangsdaten wurden von <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i> übernommen, da diese bereits eine umfangreiche Liste darstellen. Als Output steht im Gegensatz zum <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i> ein Bestandsmodell.</p>			

Tabelle 4-4 Synopse zu den Umsetzungsdetails AwF 010

AWF 010 Bestandserfassung- und modellierung | Umsetzungsdetails			
	Masterplan BIM Bundesfernstraßen	Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau	
Details	<p>1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen, wie z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung der Modellierungsrichtlinien • Einhaltung der Modelldetaillierungsgrade • Einhaltung der Modellgrenzen <p>2. Sichtung und Prüfung von Eingangsdaten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung der Eingangsdaten hinsichtlich fachlicher und datentechnischer Anforderungen zur Erstellung von Bestandsmodellen • Ggf. Aufbereitung der vorhandenen Eingangsdaten (z. B. Umwandlung von Dateiformaten) <p>3. Identifizierung und Erhebung/Abfrage weiterer notwendiger Daten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiteren Informationsbedarf ermitteln • Bei Bedarf, Erfassung von fehlenden Informationen z. B. Vermessung, Bohrkernentnahme, Digitalisierung analoger Daten etc. <p>4. Überführung der digital verarbeitbaren Eingangsdaten in ein einheitliches geodätisches Bezugssystem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformation der Eingangsdaten in ein einheitliches Bezugssystem (Lage und Höhe) <p>5. Erstellung der Fachmodelle des Bestandes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Je gefordertem Fachmodell (z. B. DGM, Leitungen etc.) sind für die Erstellung die relevanten Bestandsinformationen in der jeweils geeigneten Software zusammenzuführen • Erstellung der erforderlichen Objekte des geforderten Fachmodells 	<p>1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung der Modellierungsrichtlinien • Einhaltung der Modelldetaillierungsgrade • Einhaltung von Modellgrenzen <p>2. Sichtung und Prüfung der Eingangsdaten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualität der Eingangsdaten prüfen • Vollständigkeit prüfen und ggf. Informationen nachfordern <p>3. Überführung der Bestandsdaten in ein einheitliches geodätisches Bezugssystem</p> <ul style="list-style-type: none"> • alle Bestandsdaten in ein einheitliches Bezugssystem (Lage, Höhe) transformieren für die weitere Verarbeitung <p>4. Prüfung der Bestandsdaten im Feld</p> <ul style="list-style-type: none"> • Topografie überprüfen → könnten sich Höhenlagen verändert haben? • Suchschachtungen durchführen → Leitungslage dokumentieren • ggf. Überprüfung der Rohrzustände (alte Rohre, Asbestrohre etc.) • Fremdleitungserkundung <p>5. Erstellung eines Bestandsinformationsmodells</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überführung der Bestandsdaten in ein zentrales Bestandsmodell • Anforderungen der AIA (LOIN) berücksichtigen • Exportieren des Bestandsmodells in das geforderte Dateiformat (z. B. IFC) 	Z.12, Z.16, Z.17, Z.18, Z.19, Z.25, Z.26, Z.38, Z.46, Z.53

	<ul style="list-style-type: none"> • Geforderte Verknüpfung zwischen den erzeugten Objekten und den Eingangsdaten erstellen (z. B. über Hyperlink zur CDE) • Exportieren der Fachmodelle des Bestandes in das geforderte Dateiformat 6. Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung (AN) • Prüfung auf Vollständigkeit und Konformität entsprechend den Anforderungen aus Umsetzungspunkt 1 • Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung entsprechend den vorgegebenen Prozessen aus AIA und BAP 7. Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung (AG) • Prüfung auf Vollständigkeit und Konformität hinsichtlich der Anforderungen entsprechend Umsetzungspunkt 1 • Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung entsprechend den vorgegebenen Prozessen aus AIA und BAP 8. Bereitstellung der qualitätsgeprüften Ergebnisse • Termingerechte Bereitstellung der Liefergegenstände • Zielgerichtete Kommunikation an die Beteiligten 	<p>6. Qualitätsprüfung des Modells</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überprüfung auf Vollständigkeit und Einhaltung der Festlegungen gemäß AIA (AN) • Überprüfung auf Vollständigkeit und Einhaltung der Festlegungen gemäß AIA (AG) <p>7. Freigabe des Bestandsinformationsmodells (AG)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freigabe des Bestandsmodells für weitere Planungsschritte 	
<p>Erläuterung</p>	<p>Punkt 1: „Anforderungen aus AIA und BAP erfassen“ wird aus dem Vorbilddokument übernommen.</p> <p>Punkt 2: Wird in Anlehnung erstellt, hier wird darauf verzichtet genauer zu beschreiben, welche Punkte die Qualitätsprüfung beinhaltet, diese sind abhängig von Projekten. Die Überprüfung der Vollständigkeit wird zu diesem Punkt hinzugezählt und nicht als gesonderter Schritt aufgelistet wie im Vorbilddokument.</p> <p>Punkt 3: Entspricht dem Punkt 4 des Vorbilddokumentes.</p> <p>Punkt 4: Beinhaltet die Überprüfung im Feld und Arbeitsschritte die für den Rohrleitungsbau spezifisch sind.</p> <p>Punkt 5: Hier wird auf das zentrale Bestandsinformationsmodell verwiesen unter Berücksichtigung der AIA, diese sollten alle Anforderungen beinhalten und sind Projekt spezifisch, deshalb wird auf eine Aufzählung einzelner Schritte wie im <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i> verzichtet.</p> <p>Punkt 6: Bei der Qualitätsprüfung wird erneut auf die Anforderungen der AIA verwiesen, diese sollten sowohl vom AN als auch vom AG geprüft werden.</p> <p>Punkt 7: Zum Schluss steht die Freigabe des Modells durch den AG für weitere Planungsschritte. Dieser Punkt wurde eingefügt, um das Ende des AwF zu markieren und ihn für weitere AwF nutzbar zu machen.</p>		

<p>Nicht-Ziele / Qualitätskriterien</p>	<p>Nicht-Ziele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Verbesserung der Bestandsinformationen (ein Modell ist nur so gut wie die vorhandenen Unterlagen) • Ersetzen der Ortsbegehung durch die Bestandsmodelle 	<p>Qualitätskriterien</p> <ul style="list-style-type: none"> • die in den AIA beschriebenen Anforderungen werden eingehalten • für die Erstellung des Modells wird der tatsächliche Bestand im Feld überprüft • das Modell wird vor Freigabe für weitere Planungsschritte auf Korrektheit und Vollständigkeit geprüft 	<p>Z.53</p>
<p>Erläuterung</p>	<p>Im Gegensatz zu dem Vorbilddokument orientiert sich dieser Abschnitt an dem Mustersteckbrief <i>Standard-Anwendungsfälle von BIM Deutschland</i>. Der Mustersteckbrief sieht an dieser Stelle „Qualitätskriterien“ (BIM Deutschland 2022, S. 15) vor, während das Dokument für Bundesfernstraßen an dieser Stelle „Nicht-Ziele“ benennt. Die Qualitätskriterien benennen die wichtigsten Merkmale, an denen die Qualität bei der Umsetzung des AwF gemessen werden kann.</p> <p>Die Einhaltung der AIA wird als allgemeines Qualitätskriterium aufgeführt und findet sich bei den weiteren AwF wieder.</p> <p>Die Überprüfung des Bestandes im Feld und die Freigabe für weitere Planungsschritte sind als AwF spezifische Qualitätskriterien zu sehen.</p> <p>Diese beiden Kriterien zeigen, dass die Interpretation dieses AwF für den Rohrleitungsbau anders ist als bei dem Dokument für Bundesfernstraßen. Während das Vorbilddokument keine Überprüfung des Bestandsmodells im Feld vorsieht, wird dies für den Rohrleitungsbau explizit eingefordert. Dieses Kriterium ergibt sich aus den Experteninterviews und der Definition des AwF durch BIM Deutschland „Erfassung der wesentlichen Aspekte des Bestandes durch ein geeignetes Aufmaß und Überführung in ein Bestandsmodell“ (BIM Deutschland 2022, S. 17).</p>		
<p>Synergien zu anderen AwF</p>	<p>/</p>	<p><i>AwF 040 Visualisierung:</i></p> <p>Das ursprüngliche Bestandsmodell kann als Grundlage für Visualisierungen für Projektbesprechungen und für die Öffentlichkeitsarbeit verwendet werden.</p> <p><i>AwF 190 Dokumentation:</i></p> <p>Das ursprüngliche Bestandsmodell ist Teil einer durchgängigen Dokumentation und wird zentral abgelegt. Es kann außerdem als Grundlage für die weitere Modellierung dienen und im Projektverlauf bis hin zum As-built Modell fortgeschrieben werden. Eine vollständige Dokumentation mit einem geprüften As-built Modell dient als verlässliche Grundlage für zukünftige Maßnahmen und würde dann wieder dem AwF 010 als Grundlage dienen.</p>	<p>Z.10</p>



Erläuterung	Im Vorbilddokument ist die Kategorie nicht enthalten. Diese Kategorie wurde aus dem Mustersteckbrief <i>Standard-Anwendungsfälle</i> von <i>BIM Deutschland</i> übernommen (BIM Deutschland 2022, S. 16). Hier wird beschrieben welche Verbindungen es zwischen den BIM-Anwendungsfällen gibt.
--------------------	--

Tabelle 4-5 Synopse zum Steckbrief AwF 040

AWF 040 Visualisierung | Steckbrief				
	BIM4INFRA2020	Masterplan BIM Bundesfernstraßen	Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau	Interviews
Quelle	(BMVI 2019, S. 14)	(BMVI 2021b, S. 30–35)	Digitaler Anhang KE-Masterplan BIM Rohrleitungsbau S.16,17,20,21	
Titel	Visualisierung	Visualisierung	Visualisierung	
Erläuterung	Der Titel von BIM Deutschland für diesen AwF wurde als passen erkannt und übernommen.			
Definition	Bedarfsgerechte Visualisierung auf Grundlage der BIM-Modelle als Basis für Projektbesprechungen im Zuge der Planung und Ausführung sowie für die Öffentlichkeitsarbeit .	Visualisierung von zielgerecht zusammengestellten, bestehenden Modellen durch Ergänzung um weitere Objekte und Informationen und/oder grafische Aufbereitung mit dem vordergründigen Zweck der Kommunikation.	Die bedarfsgerechte Visualisierung unter Zuhilfenahme der 3D-Modelle (ggf. ergänzt und grafisch aufbereitet) als Basis für die Projektkommunikation und Öffentlichkeitsarbeit .	Z.26
Erläuterung	Die Formulierung „ <i>Bedarfsgerechte Visualisierung</i> “ (BIM Deutschland 2022, S. 18) ist eine gängige Beschreibung und wird von <i>BIM Deutschland</i> in der Definition des AwF verwendet, sie beschreibt sinngemäß den Hintergrund des AwF und wurde daher in die Definition aufgenommen. Während im <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i> die Visualisierung für die interne Projektkommunikation als „nicht Ziel“ genannt wird, wird diese im Rohrleitungsbau wie bei BIM4INFRA2020 benannt. In den Experteninterviews wurde die interne Projektkommunikation am 3D-Modell mehrfach genannt. Eine Unterscheidung zwischen Visualisierungen für die Projektkommunikation und für die Öffentlichkeitsarbeit ist sinnvoll, da sich diese unterscheiden können.			
Lebenszyklusphasen	Planung (HOAI 2-3) Vergabe der Ausführung (HOAI 4-5) Ausführung (HOAI 8)	HOAI 2-5,8	Bedarf, Planen, Bauen, Betreiben	Z.5, Z.34
Erläuterungen	Wie auch in den Vorbilddokumente wird dieser AwF als anwendbar über den ganzen Lebenszyklus betrachtet.			

<p>Nutzen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verständliche Darstellung komplexer Zusammenhänge in geometrischer und visueller Form • Verbesserte Unterstützung der Entscheidungsfindung • Erhöhung der öffentlichen Akzeptanz durch verständliche Kommunikation des Bauvorhabens 	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Transparenz und Akzeptanz durch verständliche Kommunikation des Bauvorhabens • Verständliche Darstellung komplexer Zusammenhänge in geometrischer und visueller Form zur Unterstützung von Entscheidungsfindungen • Geplante Bauvorhaben können unter Zuhilfenahme neuer Technologien (z. B. Virtual Reality/ Augmented Reality) erlebbarer kommuniziert werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Zielgerichtete Öffentlichkeitsarbeit → Bürgerbeteiligung • Vertrauen bei Betroffenen schaffen durch Transparenz → Bürgerbeteiligung • Projekt interne Kommunikation vereinfachen → Baubesprechungen • Transparenz schaffen durch bedarfsgerechte Visualisierung → Fehler früh erkennen • Visuelle, verständliche Darstellung als Unterstützung zur Entscheidungsfindung • Sachverhalte anschaulich an nicht fachlich qualifizierte Beteiligte vermitteln 	<p>Z.4, Z.8, Z.10, Z.12, Z.14, Z.16, Z.17, Z.18, Z.19, Z.20, Z.21, Z.22, Z.24, Z.29, Z.31, Z.32, Z.33</p>
<p>Erläuterung</p>	<p>Die Stichpunkte fassen die Aussagen der Experten zum Nutzen dieses AwF zusammen. Wichtig waren den Experten die Kommunikation, die Transparenz und die Unterstützung bei der Entscheidungsfindung, hier gibt es Parallelen zu den Vorbilddokumenten.</p>			
<p>Voraussetzung</p>	<p>Auftragnehmer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. Anschaffung von Spezialsoftware für fotorealistische Visualisierungen • Aneignung von Kenntnissen zur Erstellung zweckmäßiger Visualisierungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Hinreichende Beschreibung von Ziel, Zweck, Dateiformat, Quantität und Qualität der Visualisierungen innerhalb der AIA und BAP • Rollenspezifisch geeignete Software mit Schnittstellen gemäß BAP • Für diesen Anwendungsfall qualifiziertes Personal 	<p>Auftraggeber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorgaben zum Inhalt, Struktur und Umfang (LOIN) in den AIA festlegen und mit dem BAP abgestimmt • AIA sehen 3D-Modelle vor • IT-Datensicherheitskonzept (Backup Strategien, unabhängige Datenformate) <p>Auftragnehmer</p> <ul style="list-style-type: none"> • geschultes Personal • Software und Hardware für die Erstellung von 3D-Modellen • IT-Datensicherheitskonzept (Backup Strategien, unabhängige Datenformate) 	<p>Z.25</p>

<p>Erläuterung</p>	<p>Wie bereits im AwF 010 wird im AwF 040 bei den Voraussetzungen in AG und AN nach dem Vorbild von <i>BIM4INFRA2020</i> unterteilt. Im Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau wird darauf geachtet einheitliche Formulierungen zu verwenden, um Wiedererkennung zu schaffen und die Verwendung der Steckbriefe für den Anwender zu vereinfachen. Deshalb wird hier z. B. der Stichpunkt 1 „Vorgaben zum Inhalt, Struktur und Umfang (LOIN) in den AIA festlegen und mit dem BAP abgestimmt“ wie im AwF 010 beibehalten und um den darunter stehenden Stichpunkt ergänzt, anstatt die Stichpunkte zusammenzufassen.</p>			
<p>Umsetzung</p>	<p>1. Erstellung von Visualisierungen (Bilder, Filme, Animationen, interaktive Visualisierungen etc.) auf Basis von BIM-Modellen und mithilfe geeigneter Softwareprodukte</p> <p>2. Einfache Visualisierungen können auf Basis bestehender Planungsmodelle erstellt werden</p> <p>3. Für fotorealistische Visualisierungen ist es notwendig, z. B. Materialien und Beleuchtungsquellen zu definieren und ggf. vorhandene Modelle anzupassen</p>	<p>1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen</p> <p>2. Konkretisierung der genauen Anforderungen und technischen Umsetzung für Visualisierungen in Abstimmung zwischen AG und AN</p> <p>3. Identifikation der erforderlichen Modelle</p> <p>4. Erstellung der Visualisierungen</p> <p>5. Durchführung der Qualitätsprüfung der Visualisierung (AN)</p> <p>6. Durchführung der Qualitätsprüfung der Visualisierung (AG)</p> <p>7. Bereitstellung der qualitätsgeprüften Ergebnisse</p>	<p>1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen</p> <p>2. Definition der Anwendung (Projektbesprechung, Öffentlichkeitsarbeit)</p> <p>Projektbesprechung</p> <p>3. Bereitstellung des 3D-Modells zum Besprechungszeitpunkt im festgelegten Format</p> <p>4. Bereitstellung von weiteren Visualisierungsmethoden zusätzlich zum Modell (Bilder, Videos)</p> <p>Öffentlichkeitsarbeit</p> <p>3. Erstellung einfacher Visualisierungen auf Grundlage des 3D-Modells</p> <p>4. Bedarfsgerechte Aufbereitung der Modelle (Renderings)</p> <p>5. Bereitstellung der Visualisierung im festgelegten Format</p> <p>6. Überprüfung der Qualität (AN, AG)</p> <p>7. Freigabe der Visualisierung</p>	<p>Z.13, Z.27, Z.28, Z.35</p>
<p>Erläuterung</p>	<p>Durch die Unterscheidung zwischen Öffentlichkeitsarbeit und Projektbesprechung werden diese Bereiche unterteilt. Die ersten beiden Punkte bleiben für beide Zwecke identisch. Die Unterteilung zeigt, dass die Visualisierung für Öffentlichkeitsarbeit aufwendiger ist als für Projektbesprechungen. Im Dokument vom <i>BIM4INFRA2020</i> wird darauf verwiesen, dass bestehende Modelle für die Visualisierung verwendet werden, dies wird so für den Rohrleitungsbau übernommen.</p>			

Input	<ul style="list-style-type: none"> • Planungsmodelle für Straßen, Brücken, Tunnel, Wasserstraßen (IFC) • Planungsmodelle für Architektur und Ausbau (OBJ, FBX) • Fotorealistic Visualisierungen und Animationen (Mediendateiformate) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vorhandene Modelle • Ggf. Orthofotos, Fotos, 360°-Aufnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> • 3D-Modelle • Fotos, Videos • Punktwolken • etc. 	
Output		<ul style="list-style-type: none"> • Bilder • Videos • interaktive Visualisierungen (z. B. Virtual Reality/Augmented Reality) 	<ul style="list-style-type: none"> • 3D-Modelle • Fotos, Videos • interaktive Visualisierung (z. B. Virtual Reality und Augmented Reality Anwendungen auf Brillen, Tablets, Smartphones) • 3D-Visualisierungen (z. B. 3D-PDFs) • etc. 	
Erläuterung	<p>Als Input werden alle Formate angesehen die für die Visualisierung verwendet bzw. aufbereitet werden können. Zum Output gehört jegliche Ausgabemöglichkeit der Inputdaten dazu gehören bearbeitet Fotos und Videos ebenso wie aufwendigere Visualisierungen für Virtual-Reality und Augmented-Reality Anwendungen.</p>			

Tabelle 4-6 Synopse zu den Umsetzungsdetails AwF 040

AWF 040 Visualisierung | Umsetzungsdetails			
	Masterplan BIM Bundesfernstraßen	Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau	
Umsetzungs- details	<p>1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ziel, Zweck, Dateiformat, Quantität und Qualität der Visualisierungen • Zusätzliche Identifikation der Punkte und Fragestellungen, welche für die konkrete Umsetzung noch ungeklärt sind <p>2. Konkretisierung der genauen Anforderungen und technischen Umsetzung für Visualisierungen in Abstimmung zwischen AG und AN. Dies beinhaltet u. a.:</p>	<p>1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung der Modellierungsrichtlinien • Einhaltung der Modelldetaillierungsgrade • Einhaltung von Modellgrenzen <p>2. Definition der Anwendung (Projektbesprechung, Öffentlichkeitsarbeit)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen aus der AIA bezüglich der Anwendung entnehmen 	Z.13, Z.27, Z.28, Z.35

	<ul style="list-style-type: none"> ● Wahl von Standorten und Blickrichtung ● Jahreszeit, Tageszeit und Schattenwurf ● Darzustellende Objekte ● Fotoaufnahmen für Hintergründe <p>3. Identifizierung und Erhebung / Abfrage weiterer notwendiger Daten</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Modelle über die gemeinsame Datenumgebung beziehen <p>4. Erstellung der Visualisierungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Zusammenstellung der erforderlichen Modelle ● Prüfung der Modelle hinsichtlich des Zwecks der Visualisierung ● Aufbereitung der Modelle (ggf. Nachmodellieren, Texturen vergeben etc.) ● Erstellen der Visualisierung in der geeigneten Software <p>5. Durchführung der Qualitätsprüfung der Visualisierungen (AN)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Prüfung auf Vollständigkeit und Konformität hinsichtlich der Anforderungen entsprechend Umsetzungspunkt 1 ● Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung entsprechend der vorgegebenen Prozesse aus AIA und BAP <p>6. Durchführung der Qualitätsprüfung der Visualisierungen (AG)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Prüfung auf Vollständigkeit und Konformität hinsichtlich der Anforderungen entsprechend Umsetzungspunkt 1 ● Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung entsprechend der vorgegebenen Prozesse aus AIA und BAP <p>7. Bereitstellung der qualitätsgeprüften Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Bereitstellen der Visualisierung auf der gemeinsamen Datenumgebung 	<ul style="list-style-type: none"> ● Arbeitsbereich Projektbesprechung und Öffentlichkeitsarbeit aufteilen <p><u>Projektbesprechung</u></p> <p>3. Bereitstellung des 3D-Modells zum Besprechungszeitpunkt im festgelegten Format</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Erstellung des 3D-Modells gemäß dem Zeitplan nach BAP ● Bereitstellung des 3D-Modells im festgelegten Rahmen (AIA) z. B. über CDE, als IFC-Datei <p>4. Bereitstellung von weiteren Visualisierungsmethoden zusätzlich zum Modell</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ablegen von Bildern, Videos etc. im festgelegten Format und Ort (AIA) ergänzend zum Modell <p><u>Öffentlichkeitsarbeit</u></p> <p>3. Erstellung einfacher Visualisierungen auf Grundlage des 3D-Modells</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Erstellung des 3D-Modells gemäß dem Zeitplan nach BAP <p>4. Bedarfsgerechte Aufbereitung des 3D-Modells (Renderings)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Ermittlung der Rendering-Vorgaben aus den AIA ● Aufbereitung des 3D-Modells gemäß Vorgaben <p>5. Bereitstellung der Visualisierung im festgelegten Format</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aufbereitung des 3D-Modells für das festgelegte Medium (PC, AR/VR-Brille, Tablet) ● Bereitstellung der Visualisierung <p>6. Überprüfung der Qualität (AN, AG)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Funktionalität überprüfen ● prüfen, ob die Visualisierung dem LoD entspricht <p>7. Freigabe der Visualisierung (AG)</p>	
--	---	--	--

<p>Erläuterung</p>	<p>Punkt 1: Hier wurde die gleiche Formulierung übernommen wie in AwF 010. Dies dient der Wiedererkennung und der Anwenderfreundlichkeit.</p> <p>Punkt 2: Ist als Ergänzung zu Punkt 1 zu sehen und beinhaltet die Einordnung in die zwei Bereiche Öffentlichkeitsarbeit und Projektbesprechung.</p> <p>Projektbesprechung</p> <p>Punkt 3: Vergleichbar mit Punkt 4 <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i> „Erstellung der Visualisierung“ allerdings mit Bezugnahme auf das 3D-Modell für die Besprechung und Hinweis auf AIA und BAP.</p> <p>Punkt 4: Erweiterung zu Punkt 3, falls zusätzlich zum 3D-Modell weitere Visualisierungen für die Besprechung bereitgestellt werden sollen z. B. Videos.</p> <p>Öffentlichkeitsarbeit</p> <p>Punkt 3: Vergleichbar mit Punkt 4 <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i> „Erstellung der Visualisierung“ allerdings mit Bezugnahme auf das 3D-Modell unter Berücksichtigung des Zeitplanes.</p> <p>Punkt 4: Erweiterung zu Punkt 3 unter Berücksichtigung der Vorgaben aus den AIA.</p> <p>Punkt 5: Die Bereitstellung der Visualisierung wird als eigener Punkt aufgeführt, da diese je nach Anforderungen aufwendiger sein kann, z. B. wenn ein hoher Renderinganspruch besteht und das Ausgabemedium eine VR-Brille ist.</p> <p>Punkt 6: Die Überprüfung der Visualisierung für die Öffentlichkeit ist wichtig, um die Funktionalität vor einer Präsentation zu prüfen und sicherzustellen, dass sie den Anforderungen des AG entspricht.</p> <p>Punkt 7: Vor der Präsentation gegenüber der Öffentlichkeit muss der AG die Visualisierung freigeben und bestätigt damit, dass diese geprüft wurde und den Anforderungen entspricht.</p> <p>→ Im Gegensatz zur Projektbesprechung wird bei der Öffentlichkeitsarbeit mehr Wert auf die Qualitätssicherung der Visualisierung gelegt, da diese nach außen getragen wird.</p>	
<p>Nicht-Ziele / Qualitätskriterien</p>	<p>Nicht-Ziel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Planung von Terminplänen (AwF 120) und Baulogistikabläufen (AwF 130) • Die Nutzung von Modellen in Besprechungen (dies ist keine Visualisierung im Sinne dieses AwF 040) 	<p>Qualitätskriterien</p> <ul style="list-style-type: none"> • die in den AIA beschriebenen Anforderungen werden eingehalten • es wird zwischen Visualisierungen für Öffentlichkeitsarbeit und Projektbesprechungen unterschieden
<p>Erläuterung</p>	<p>Wie bereits für AwF 010 erläutert werden hier Nicht-Ziele mit Qualitätskriterien verglichen.</p> <p>Neben der Einhaltung der AIA wird die Unterteilung in Öffentlichkeitsarbeit und Projektbesprechung aufgeführt, diese Differenzierung ist zentral, da sich aus ihr der Aufwand für diesen BIM-Anwendungsfall ableiten lässt.</p> <p>Eine definierte Visualisierung für Projektbesprechungen ist im Gegensatz zum <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i> für den Rohrleitungsbau ein Nutzen dieses AwF.</p>	

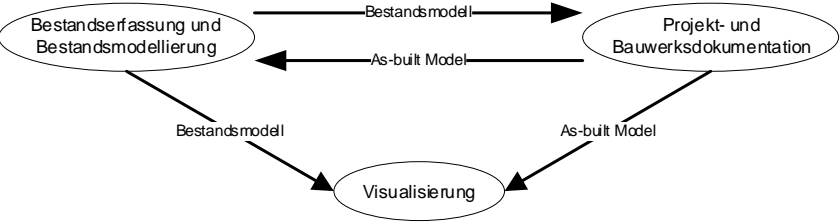
<p>Synergien zu anderen AwF</p>	<p>/</p>	<p><i>AwF 010 Bestandserfassung und Bestandsmodellierung:</i> Das ursprüngliche Bestandsmodell kann als Grundlage für Visualisierungen für Projektbesprechungen und für die Öffentlichkeitsarbeit verwendet werden.</p> <p><i>AwF 190 Dokumentation:</i> Das fertiggestellte As-built Modell kann als Grundlage für Abschlusspräsentationen bzw. Abschlussvisualisierungen genutzt werden.</p>  <pre> graph TD A([Bestandserfassung und Bestandsmodellierung]) -- Bestandsmodell --> B([Projekt- und Bauwerksdokumentation]) B -- As-built Model --> A A -- Bestandsmodell --> C([Visualisierung]) B -- As-built Model --> C </pre>	
<p>Erläuterung</p>	<p>Wie bereits unter AwF 010 erläutert, wird an dieser Stelle die Verbindungen zu den anderen AwF beschrieben.</p>		

Tabelle 4-7 Synopse zum Steckbrief AwF 190

AWF 190 Projekt- und Bauwerksdokumentation | Steckbrief				
	BIM4INFRA2020	Masterplan BIM Bundesfernstraßen	Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau	Interviews
Quelle	(BMVI 2019, S. 37–38)	(BMVI 2021b, 76–82)	Digitaler Anhang KE-Masterplan BIM Rohrleitungsbau S.24,25,27,28	
Titel	Bauwerksdokumentation	Projekt- und Bauwerksdokumentation	Projekt- und Bauwerksdokumentation	
Erläuterung	Der Titel von BIM Deutschland für diesen AwF wurde als passen erkannt und übernommen.			
Definition	Erstellung eines Wie-gebaut-Modells* als „digitale Bauwerksakte“ mit detaillierten Informationen zur Ausführung, z. B. verwendete Materialien und Produkte sowie ggf. Verweise auf Prüfprotokolle und weitere Dokumente.	Erstellung von As-built-Modellen* (Revisionsmodelle) mit detaillierten Informationen zur Ausführung, z. B. verwendete Materialien und Produkte sowie ggf. Verweise auf Prüfprotokolle und weiteren Revisionsunterlagen.	Die Dokumentation zielt darauf ab, ein Wie-gebaut Modell bzw. As-built Model zu erstellen, das nicht nur geometrische Daten, sondern auch weitere relevante Informationen wie Materialeigenschaften, Prüfprotokolle und Bauablaufdetails enthält. Dieses Modell dient als zentrale Informationsquelle über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks.	Z.04, Z.07, Z.10, Z.15, Z.25, Z.34, Z.37, Z.40, Z.43, Z.45
Erläuterung	<p>In der Definition wurden die beiden gebräuchlichen Begriffe Wie-gebaut Modell und As-built Model übernommen, die sich bei <i>BIM4INFRA2020</i> und <i>im Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i> wiederfinden. Beide Begriffe werden in der Definition aufgeführt, um zu verdeutlichen, dass sie das Gleiche beschreiben.</p> <p>Es soll deutlich werden, dass das Modell nicht allein aus dem 3D-Modell und den geometrischen Informationen besteht, sondern alle weiteren Informationen an einer zentralen Stelle bündelt werden.</p> <p>Da das Modell über den gesamten Lebenszyklus fortgeschrieben werden soll, wird explizit auf den gesamten Lebenszyklus Bezug genommen. Diese Anforderung ging aus den Experteninterviews hervor.</p> <p>*In den Vorbilddokumenten wird die Schreibweise <i>Wie-gebaut-Modell</i> bzw. <i>As-built-Modell</i> verwendet diese sind gleichzusetzen mit der im Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau verwendeten Schreibweise <i>As-built Model</i>.</p>			
Lebenszyklusphasen	Ausführung (HOAI 8)	HOAI 8	Planen, Bauen, Betreiben	Z.06, Z.09, Z.14, Z.24, Z.38, Z.42, Z.49
Erläuterung	Im Gegensatz zu den Vorbilddokumenten wird für den Rohrleitungsbau die Dokumentation über mehrere Phasen angewendet. Die Dokumentation bis hin zum As-built Modell wird hier als ein durchgängiger Prozess über den Lebenszyklus betrachtet.			

<p>Nutzen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserte Auffindbarkeit von Informationen durch Verknüpfung mit Modellelementen • Bessere Übertragung und Weiterverarbeitbarkeit der Bauwerksdaten, z. B. im Modell zum computergestützten Gebäudemanagement (engl. Computer-Aided Facility Management – CAFM)-Modell • Bauwerksbetrieb auf Grundlage der bereitgestellten Datenstruktur möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Lokalisierung von Revisionsunterlagen (Single Source of Truth) durch verbesserte Auffindbarkeit von Informationen über Verknüpfungen mit Objekten in Modellen • Sicherstellung der Langlebigkeit der digitalen Daten durch die Verwendung von herstellernerneutralen Dateiformaten für die Archivierung • Bessere Datengrundlage für den Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • Zentralisierte und jederzeit verfügbare Informationen für alle Beteiligten über den Lebenszyklus • langfristige Rückverfolgbarkeit von Änderungen und Wartungsmaßnahmen • Reduktion von Informationsverlusten durch eine zentrale digitale Datenbasis • Erhöhung der Transparenz von Entscheidungen • Datenbasis für den Betrieb 	<p>Z.05, Z.08, Z.11, Z.12, Z.13, Z.18, Z.20, Z.22, Z.23, Z.26, Z.32, Z.39, Z.41, Z.47, Z.48, Z.50</p>
<p>Erläuterung</p>	<p>Den Expertenaussagen nach ist die Betrachtung der Dokumentation über den ganzen Lebenszyklus notwendig, dabei ist es wichtig, dass die Informationen über alle Phasen an einem zentralen Ort zusammenfließen. Dies erhöht die Rückverfolgbarkeit, reduziert Informationsverluste und führt dadurch zu mehr Transparenz.</p> <p>Ein weiterer Nutzen, welcher in den Vorbilddokumenten aufgeführt wurde, ist die Datenbasis für den Betrieb. Dieser Nutzen wird für den Rohrleitungsbau übernommen und wurde durch Expertenaussagen bestätigt.</p>			
<p>Voraussetzung</p>	<p>Auftraggeber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festlegung von Vorgaben und Richtlinien in Bezug auf die geplante Weiterverwendung der digitalen Bauwerksakte • Definition von Anforderungen an das Wiegebaut-Modell (Datenumfang, Toleranzen hinsichtlich geometrischer Aktualisierungen etc.) und Festlegung geeigneter Container-Formate zur gekoppelten Datenübergabe von Modellen und Dokumenten • Konfiguration eines Systems zur Sichtung und ggf. Prüfung der vom Auftragnehmer empfangenen Modelldaten inkl. entsprechender Schulungen <p>Auftragnehmer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anpassung bereits vorhandener digitaler Verfahren an Vorgaben des Auftraggebers • Erlernen geeigneter Methoden zur Verknüpfung von Baudokumentation mit 	<ul style="list-style-type: none"> • AIA und abgestimmter BAP • Rollenspezifisch geeignete Software mit Schnittstellen gemäß BAP • Abgestimmte Datenablagestruktur • Für diesen Anwendungsfall qualifiziertes Personal 	<p>Auftraggeber</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorgaben zum Inhalt, Struktur und Umfang (LOIN) in den AIA festlegen und mit dem BAP abgestimmt • Berücksichtigung der Weiterverwendung der Daten im Betrieb bei Erstellung der AIA • Einsatz einer gemeinsam genutzten Datenumgebung (CDE) • Software und Personal zur Prüfung der Einhaltung festgelegter Standards im AS-built Model • IT-Datensicherheitskonzept (Backup Strategien, unabhängige Datenformate) <p>Auftragnehmer</p> <ul style="list-style-type: none"> • geschultes Personal im Umgang mit der Datenumgebung 	<p>Z.3</p>

	<p>Modellelementen und zur gekoppelten Datenübergabe</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Software für die Erstellung des As-built Model gemäß AIA • IT-Datensicherheitskonzept (Backup Strategien, unabhängige Datenformate) 	
Erläuterung	<p>Aus dem Nutzen der Dokumentation für den Betrieb folgt, dass die Nutzung für den Betrieb bei der Erstellung der AIA berücksichtigt werden muss und somit eine Voraussetzung für diesen AwF ist, dies wird im Ansatz auch von <i>BIM4INFRA2020</i> genannt.</p> <p>Die Nutzung einer gemeinsamen Datenumgebung ist Voraussetzung für eine zentrale Datenhaltung und wird im Ansatz im <i>Masterplan BIM Bundesfernstraßen</i> genannt. Die Anforderungen an Personal, Software und Datensicherheit betreffen diesen AwF ebenso wie AwF 010 und AwF 040.</p>			
Umsetzung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Erstellung eines Wie-gebaut-Modells, z. B. auf Grundlage des Modells der Ausführungsplanung 2. Verknüpfung wesentlicher Dokumente mit zugehörigen Modellelementen 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen 2. Sichtung der Ausführungsplanung (ggf. mit Modellen) 3. Sichtung der Baustellendokumentation 4. Erstellung der As-built-Modelle (ggf. auf Basis vorhandener Modelle) 5. Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung (AN) 6. Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung (AG) 7. Bereitstellung der qualitätsgeprüften Ergebnisse 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen 2. Erstellung und Verwaltung einer zentralen Datenumgebung (CDE) 3. Kontinuierliche Sammlung der Informationen/Daten und deren zentrale Ablage (gemäß AIA, BAP) 4. Zusammenführung der Informationen in ein As-built Model nach Abschluss der Bauphase 5. Prüfung des As-built-Modells (AN, AG) 	<p>Z.19, Z.27, Z.28, Z.31, Z.33, Z.35, Z.36, Z.46</p>
Erläuterung	<p>Das Zusammenarbeiten über eine Plattform und das Verwalten der Nutzerrechte ist ein Aspekt der BIM-Arbeitsweise, deshalb wurde die Erstellung der CDE und die Administration dieser in Punkt 2 im Gegensatz zu den Vorbilddokumenten aufgenommen.</p> <p>Auch wenn die CDE als Voraussetzung gilt ist die Pflege der Plattform und Nutzerrechte über den gesamten Lebenszyklus erforderlich.</p> <p>In Punkt 4 wird auf die stetige Sammlung der Informationen und Daten verwiesen um zu verdeutlichen, dass die Dokumentation kein Prozess ist der mit Abschluss des Projektes beginnt, sondern fortlaufend stattfindet: Es wird explizit die zentrale Ablage erwähnt, um auf die Wichtigkeit einer einzigen Informationsquelle aufmerksam zu machen.</p>			
Input	<ul style="list-style-type: none"> • Planungsmodelle Straßen, Brücken, Tunnel, Wasserstraßen, Hochbau (IFC) • Materiallisten (CSV, ODS) • Produktlisten (CSV, ODS) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ergebnisse der Ausführungsplanung • Baustellendokumentation • ggf. Planungsänderungen • ggf. Vermessungsdaten der Ausführung 	<ul style="list-style-type: none"> • Bauwerksinformationen nach AIA • Baustellendokumentation • Änderungs- und Nachtragsdokumentation 	<p>Z.16, Z.29, Z.30</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Baudokumentationsmodell (Wie-gebaut-Modell) (IFC) 		<ul style="list-style-type: none"> • Rohrbücher • Prüfprotokolle • Pläne • etc. 	
Output		<ul style="list-style-type: none"> • Qualitätsgeprüfte As-built-Modelle 	<ul style="list-style-type: none"> • As-built Model 	
Erläuterung	<p>Im Input wird aufgeführt, welche potenziellen Daten aus dem Planungs- und Bauprozess in die Dokumentation abfließen können. Im Output steht das As-built Model als Ziel dieses AwF, welches bereits in der Definition benannt wird.</p>			

Tabelle 4-8 Synopse zu den Umsetzungsdetails AwF 190

AWF 190 Projekt- und Bauwerksdokumentation | Umsetzungsdetails			
	Masterplan BIM Bundesfernstraßen	Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau	
Umsetzungs- details	<p>1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen, wie z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung der Modellierungsrichtlinien • Einhaltung der Modelldetaillierungsgrade • Berücksichtigung des Ablageorts von den mit Modellen zu verknüpfenden Daten <p>2. Sichtung der Ausführungsplanung (ggf. mit Modellen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sichtung und Bewertung der relevanten Informationen der Baustellendokumentation auf die Eignung für die Verwendung im bzw. mit den As-built-Modellen wie z. B. • Freigegebene Ausführungspläne • Datenblätter zu Asphaltrezepturen, Beschichtungen, Betonrezepturen etc. • Vorhandene Modelle der Ausführung • Berücksichtigung von Planungsänderungen (geometrisch/semantisch) der Ausführung 	<p>1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einhaltung der Modellierungsrichtlinien • Einhaltung der Modelldetaillierungsgrade • Einhaltung von Modellgrenzen <p>2. Erstellung und Verwaltung einer zentralen Datenumgebung (CDE)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anforderungen aus AIA an die CDE einhalten • CDE erstellen • Zugänge für Projektbeteiligte zur Datenablage ermöglichen • Berechtigungen für Beteiligte festlegen → Wer kann was, wann, wie sehen/bearbeiten <p>3. Sammlung der Informationen über die Lebenszyklusphasen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ablage der Bauwerksinformationen anhand des BAPs → Wer stellt was, wann, wie zur Verfügung? 	Z.19, Z.27, Z.28, Z.31, Z.33, Z.35, Z.36, Z.46

	<p>3. Sichtung der Baustellendokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sichtung und Bewertung der relevanten Informationen der Baustellendokumentation auf die Eignung für die Verwendung im bzw. mit den As-built-Modellen wie z. B. • verbleibende Bestandsbauteile und Baubehelfe ▪ Lieferscheine • Abnahmeprotokolle • Mängel • Vermessungsdaten • Prüfung auf Vollständigkeit und Konformität entsprechend der Anforderungen aus Umsetzungspunkt 1 • Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung entsprechend der vorgegebenen Prozesse aus AIA und BAP <p>4. Erstellung der As-built-Modelle (ggf. auf Basis vorhandener Modelle)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ggf. vorhandene relevante Modelle in geeigneter Software zusammenführen • As-built-Modelle erstellen • Anpassung der vorhanden Objekte an den IST-Bauzustand • Erstellung neuer Objekte • Anpassung und Ergänzung der Merkmale • Verknüpfungen erstellen • Exportieren der As-built-Modelle in das geforderte Dateiformat <p>5. Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung (AN)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung auf Vollständigkeit und Konformität entsprechend der Anforderungen aus Umsetzungspunkt 1 • Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung entsprechend der vorgegebenen Prozesse aus AIA und BAP 	<ul style="list-style-type: none"> • z.B. Rohrbuchinformationen (Hersteller, Schweißnahtprüfung, Herstellungsdatum, etc.) <p>4. Zusammenführung der Informationen in ein As-built Model nach Abschluss der Bauphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenfassung der in den AIA festgelegten Informationen in der festgelegten Art • Überprüfung, ob die abgelegten Daten dem tatsächlichen Zustand entsprechen • ggf. Anpassungen vornehmen und dokumentieren • Bereitstellung des As-built Model <p>5. Prüfung des As-built Model (AN, AG)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung ob Regeln der AIA (Modellierungsrichtlinien etc.) eingehalten wurden <p>6. Freigabe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Freigabe des As-built Model zur weiteren Verwendung (z. B. im Betrieb) 	
--	--	---	--

	<p>6. Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung (AG)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung auf Vollständigkeit und Konformität entsprechend der Anforderungen aus Umsetzungspunkt 1 • Durchführung und Dokumentation der Qualitätsprüfung entsprechend der vorgegebenen Prozesse aus AIA und BAP <p>7. Bereitstellung der qualitätsgeprüften Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Termingerechte Bereitstellung der Liefergegenstände • Zielgerichtete Kommunikation an die Beteiligten 		
<p>Erläuterung</p>	<p>Punkt 1: Wie bei AwF 010 und 040 wird die Formulierung beibehalten für den Wiedererkennungswert und die Benutzerfreundlichkeit.</p> <p>Punkt 2: Dieser Punkt dient als Ergänzung zu Punkt 1 und befasst sich mit der Erstellung der CDE, für die Anforderungen an die CDE wird auf die AIA verwiesen.</p> <p>Punkt 3: In diesem Punkt geht es um die Ablage der Informationen, die Zuständigkeiten und Zeitpunkte sollten im BAP aufgeführt sein und sind projektspezifisch.</p> <p>Punkt 4: Während das Vorbilddokument in dessen Punkten 2 und 3 die Sichtung der für die Dokumentation relevanten Informationen mit einigen Unterpunkten vorsieht, wird dies für den Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau in einem Stichpunkt unter Punkt 4 abgehandelt „Zusammenfassung der in den AIA festgelegten Informationen in der festgelegten Art“. Dieser Punkt verweist auf die AIA, da diese projektspezifisch sind, wird auf eine weitere Aufschlüsselung verzichtet. Zusätzlich wird darauf verwiesen, dass die über den Lebenszyklus gesammelten Daten darauf hin überprüft werden müssen, ob sie dem tatsächlich gebauten Stand dem As-built Model entsprechen.</p> <p>Punkt 5: Die Überprüfung der Qualität sollte vom AN und AG durchgeführt werden. Im Gegensatz zum Vorbilddokument wird dies unter einem Punkt zusammengefasst.</p> <p>Punkt 6: Am Ende dieses AwF steht die Freigabe durch den AG mit womit dieser AwF abgeschlossen und für die Weiterverwendung bereitgestellt wird.</p>		
<p>Nicht-Ziele / Qualitätskriterien</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abschließende Aufbereitung der Revisionsunterlagen für die Verwendung im Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • die in den AIA beschriebenen Anforderungen werden eingehalten • zentrale Daten- und Informationsablage • Freigabe des As-built Model vor der Weiterverwendung im Betrieb 	<p>Z.18, Z.31, Z.32, Z.35, Z.44</p>
<p>Erläuterung</p>	<p>Wie unter AwF 010 und 040 erwähnt werden hier Nicht-Ziele mit Qualitätskriterien verglichen. Die zentrale Daten- und Informationsablage in einer CDE ist ein Punkt, der in den Experteninterviews als besonders relevant hervortrat und wird deshalb als Qualitätskriterium mit aufgeführt. Die Prüfung des As-built Model vor der Weiterverwendung steht für die Qualitätskontrolle des Modells und Qualitätssicherung für den Betrieb.</p>		
<p>Synergien zu anderen AwF</p>		<p><i>AwF 010 Bestandserfassung und Bestandsmodellierung:</i></p>	<p>Z.41</p>

		<p>Das ursprüngliche Bestandsmodell ist Teil einer durchgängigen Dokumentation und wird zentral abgelegt. Es kann außerdem als Grundlage für die weitere Modellierung dienen und im Projektverlauf bis hin zum As-built Modell fortgeschrieben werden. Eine vollständige Dokumentation mit einem geprüften As-built Modell dient als verlässliche Grundlage für zukünftige Maßnahmen und würde dann wieder dem AwF 010 als Grundlage dienen.</p> <p><i>AwF 040 Visualisierung:</i></p> <p>Das fertiggestellte As-built Modell kann als Grundlage für Abschlusspräsentationen bzw. Abschlussvisualisierungen genutzt werden.</p> <pre> graph TD A([Bestandserfassung und Bestandsmodellierung]) -- Bestandsmodell --> B([Projekt- und Bauwerksdokumentation]) B -- As-built Modell --> A A -- Bestandsmodell --> C([Visualisierung]) B -- As-built Modell --> C </pre>	
<p>Erläuterung</p>	<p>Beschreibung der Zusammenhänge zwischen den AwF.</p>		

5 Diskussion und Einordnung der Ergebnisse

In dieser Arbeit wurde untersucht, inwiefern sich die standardisierten BIM-Anwendungsfälle von *BIM Deutschland* auf den Rohrleitungsbau anwenden lassen. Dafür wurde Experten aus dem Bereich des Rohrleitungsbaus zu Interviews eingeladen und befragt. Im Anschluss wurden auf Grundlage dieser Interviews drei BIM-Anwendungsfälle herausgegriffen, um für diese Steckbriefe zu erstellen und sie in einen Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau einzubinden.

Die Ergebnisse der Experteninterviews zeigen, dass die standardisierten BIM-Anwendungsfälle von *BIM Deutschland* grundsätzlich auf den Rohrleitungsbau anwendbar sind. Dabei wurden einige BIM-Anwendungsfälle relevanter eingestuft als andere. Die befragten Experten verfügten durchweg über einen beruflichen beziehungsweise wissenschaftlichen Hintergrund im Bereich des Rohrleitungsbaus. Sowohl Auftraggeber als auch Auftragnehmer wurden in die Befragung einbezogen. Zudem variierte der von den Experten persönlich eingeschätzte BIM-Kennntnisstand. Diese Gruppe von Experten kann damit als repräsentativ für die Branche betrachtet werden. Ihre Aussagen werden damit als valide eingestuft. Es ist damit zu rechnen, dass andere Experten mit ähnlichen Hintergründen ähnliche Aussagen treffen würden. Die Ergebnisse sind außerdem im Kontext des Zeitpunktes ihrer Erhebung einzuordnen, mit steigender BIM-Erfahrung innerhalb der Branche ist mit angepassten Aussagen zurechnen. Der Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau ist als Dokument zu verstehen, welches kontinuierlich weiterentwickelt werden kann. Die Durchführung der Interviews wurde im Kapitel 3 ausführlich beschrieben, der Interviewleitfaden steht im Anhang S. X-XII zur Verfügung. Die einzelnen Interviews können auf Anfrage bei der Autorin eingesehen werden, die Transparenz der Datenerhebung wurde damit sichergestellt.

Da eine umfassende Untersuchung aller 21 BIM-Anwendungsfälle von *BIM Deutschland* den Rahmen dieser Arbeit gesprengt hätte, wurde eine Auswahl getroffen. Diese Auswahl erfolgte auf Basis vorheriger Recherche und den Einschätzungen der Experten. Betrachtet wurden die Anwendungsfälle: *Bestandserfassung und -modellierung*, *Visualisierung* und *Projekt- und Bauwerksdokumentation*. Für diese BIM-Anwendungsfälle wurden Steckbriefe entwickelt, die durch Praxisbeispiele, Umsetzungsdetails und Prozessdiagramme ergänzt wurden. Diese Ausarbeitung hat gezeigt, dass das Prinzip der Steckbriefe, das

bereits durch *BIM4INFRA2020* und im *Masterplan BIM Bundesfernstraßen* Anwendung gefunden hat, auf den Rohrleitungsbau übertragen werden kann. Im direkten Vergleich der Steckbriefe lassen sich die jeweiligen Gemeinsamkeiten und Unterschiede erkennen.

Die Ergebnisse der Steckbriefe zeigen, dass sich für jeden der drei BIM-Anwendungsfälle ein direkter Nutzen für den Rohrleitungsbau ableiten lässt. Diese Vorteile umfassen unter anderem erhöhte Transparenz, verbesserte Kommunikation, erhöhte Planungssicherheit, frühzeitige Konflikterkennung, Reduzierung von Informationsverlusten durch eine zentrale Datenablage und Ableitung von Informationen für den späteren Betrieb eines Bauwerkes. Daraus lassen sich ökonomische Aspekte schlussfolgern. So kann beispielsweise eine verbesserte Planungsgrundlage durch den BIM-Anwendungsfall *Bestandserfassung und -modellierung* potenziell zu mehr Planungssicherheit und Vermeidung von Fehlern in der Planungsphase führen. Eine sichere Planung vermeidet Verzögerungen auf der Baustelle und Kosten durch Nachträge. Ein weiterer Aspekt ist die zentrale Datenumgebung. Diese stellt sicher, dass Informationen und Daten aktuell und für die Projektbeteiligten zugänglich sind und vermeidet, dass alte Planungsstände im Umlauf bleiben und zu Missverständnissen führen.

Diesen wirtschaftlichen Überlegungen gegenüber stehen Kosten, die durch die Implementierung von BIM entstehen können. Wie den erzeugten Steckbriefen zu entnehmen ist, ist eine BIM-Anwendungsfall übergreifende Voraussetzung geschultes Personal sowie geeignete Soft- und Hardware. Diese Kosten können als Investitionskosten betrachtet werden und müssen von den Auftraggebern wie Auftragnehmern im Kontext ihres Nutzens abgewägt werden.

Standardisierungen und Rahmendokumente wie der Konzeptentwurf *Masterplan BIM Rohrleitungsbau* bieten den Nutzern Orientierung und sind deshalb auch im Kontext der Wirtschaftlichkeit zu verstehen. Mustervorlagen als Basis zur Umsetzung von BIM sorgen für ein einheitliches Verständnis durch Wiederholung bzw. Wiedererkennung. Außerdem können potenziell Kosten und Zeit eingespart werden, wenn Firmen keine eigenständigen Grundlagendokumente erzeugen müssen und auf Mustervorlagen zurückgegriffen werden kann.

Der Konzeptentwurf Masterplan BIM Rohrleitungsbau stellt einen ersten Ansatz zur standardisierten Einführung von BIM im Leitungsbau dar und dient als Diskussionsgrundlage für weitere Bestrebungen.

Für die Erstellung eines umfassenden Masterplans ist es erforderlich, weitere Auftraggeber und Auftragnehmer der Branche zu involvieren, die BIM-Anwendungsfälle in Arbeitsgruppen zu erweitern und nach ersten Praxiserfahrungen zu optimieren. Neben der Erstellung eines Rahmendokuments für BIM-Anwendungsfälle sind weitere Rahmendokumente, z. B. für Auftraggeber-Informationen-Anforderungen und BIM-Ausführungspläne, anzustreben. Diese Dokumente sind Voraussetzung für die Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen in der Praxis, Mustervorlagen hierfür sind daher wünschenswert.

6 Fazit

6.1 Zusammenfassung

In dieser Masterarbeit wurde die Implementierung von BIM-Anwendungsfällen im Rohrleitungsbau untersucht. Ausgangspunkt war die Frage, inwieweit die von *BIM Deutschland* definierten standardisierten BIM-Anwendungsfälle auf den Rohrleitungsbau übertragbar sind. Mithilfe einer Analyse der bisherigen Standardisierungen und Experteninterviews wurde herausgearbeitet, dass die BIM-Anwendungsfälle grundsätzlich übertragbar sind. In diesem Zuge wurde ein Konzeptentwurf für einen Masterplan BIM Rohrleitungsbau entwickelt in dessen Inhalt drei ausgewählte BIM-Anwendungsfälle beschrieben werden. Diese BIM-Anwendungsfälle sind *Bestandserfassung und -modellierung*, *Visualisierung* und *Projekt- und Bauwerksdokumentation*. Die Auswahl der BIM-Anwendungsfälle wurde auf Grundlage von Experteninterviews und vorheriger Recherche durchgeführt.

6.2 Wissenschaftlicher und praktischer Beitrag

Die Untersuchung zeigt, dass BIM für den Rohrleitungsbau Vorteile bietet, insbesondere in Bezug auf Dokumentation, Transparenz und eine bessere Kommunikation zwischen den Beteiligten. Mithilfe der Experteninterviews konnten die Spezifika der Branche herausgearbeitet werden. Der entwickelte Konzeptentwurf reiht sich in die bisher vorwiegend für den Hochbau und Teile des Infrastrukturbau konzipierten Rahmenpläne und Mustervorlagen von *BIM Deutschland* ein und bietet

Auftraggebern wie Auftragnehmern einen Einstieg in die Arbeit mit der BIM-Methode. Dabei werden in den Steckbriefen der ausgewählten BIM-Anwendungsfälle sowohl der Nutzen als auch die Voraussetzungen genannt, die den Unternehmen eine Vorstellung von möglichen Prozess- und Kostenoptimierungen, aber auch von notwendigen Investitionen geben.

6.3 Ausblick

Diese Arbeit und der daraus hervorgegangene Konzeptentwurf bilden eine Grundlage für die Implementierung von BIM im Rohrleitungsbau. Das Konzept sollte zukünftig mit der Hilfe von Akteuren aus Wissenschaft und Praxis, zum Beispiel in Arbeitsgruppen weiterverfolgt werden, um weitere BIM-Anwendungsfälle zu betrachten und in Pilotprojekten Erfahrungen zu sammeln. Zusätzlich zu den BIM-Anwendungsfällen sollten Rahmendokumente für Auftraggeber-Informationen-Anforderungen und BIM-Abwicklungspläne für den Rohrleitungsbau angestrebt werden, da diese eine Voraussetzung für die Umsetzung der BIM-Anwendungsfälle sind.

Anhang: Basisfragebogen Kommission für Forschungsethik

Kommission für Forschungsethik



Formblatt Ethikantrag, inkl. Basisfragebogen

Basisfragebogen zur geplanten Studie	(erforderliche Anlage)	
	ja	nein
1. Stichprobe		
Werden an der Studie Personen teilnehmen, die einer besonders verletzlichen Gruppe angehören, oder die nicht selbst ihre Zustimmung zur Teilnahme geben können (z. B. Kinder, Schwangere, Menschen mit Lernschwäche, klinische Populationen) oder in einem Abhängigkeitsverhältnis stehen (z. B. eigene Patient_innen)?	<input type="checkbox"/> <small>je nach geplantem Vorgehen</small>	<input checked="" type="checkbox"/>
2. Informierte Zustimmung (Informed Consent) & Audio-/Videoaufzeichnungen		
a) Ist eine Intervention geplant (z. B. Einladung zum Interview/ Experiment, Diagnostik und/oder Beratung/Behandlung/Training/Therapie)?	<input type="checkbox"/> <small>(Informed Consent)</small>	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Ist es erforderlich, dass Personen an der Studie teilnehmen, ohne zu diesem Zeitpunkt hierüber informiert zu sein oder ohne ihre Einwilligung gegeben zu haben (z. B. bei verdeckter Beobachtung)?	<input type="checkbox"/> <small>(Begründung & Debriefing)</small>	<input checked="" type="checkbox"/>
c) Wird in der Studie verdeckte Beobachtung oder eine andere Methode eingesetzt, bei der eine informierte Einwilligung, lückenlose Aufklärung der Teilnehmer_innen und/oder die Möglichkeit einer anschließenden Datenlöschung nicht gewährleistet ist?	<input type="checkbox"/> <small>(Begründung & Debriefing)</small>	<input checked="" type="checkbox"/>
d) Beinhaltet die Studie eine aktive Täuschung der Teilnehmer_innen oder wird den Teilnehmer_innen gezielt Informationen vorenthalten? (Anm.: Das Vorenthalten der Hypothese fällt nicht in diese Kategorie.)	<input type="checkbox"/> <small>(Begründung & Debriefing)</small>	<input checked="" type="checkbox"/>
e) Werden Audio- oder Videoaufzeichnungen von den Teilnehmer_innen gemacht?	<input type="checkbox"/> <small>(Einwilligung Audio- & Videoaufzeichnung)</small>	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Intervention/Treatment		
a) Wird die Studie Fragen zu Themen beinhalten, die für die Teilnehmer_innen von intimer Natur sind oder deren Beantwortung als stigmatisierend wahrgenommen werden kann (z. B. zu illegalem oder deviantem Verhalten oder zu sexuellen Präferenzen)?	<input type="checkbox"/> <small>(Informed Consent)</small>	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Ist zu erwarten, dass die Studie bei den Teilnehmer_innen psychischen Stress, Furcht, Erschöpfung oder andere negative Effekte hervorruft, die über das im Alltag zu erwartende Maß hinausgehen?	<input type="checkbox"/> <small>(Anfrage Beratungspflicht)</small>	<input checked="" type="checkbox"/>

Formblatt Ethikantrag, inkl. Basisfragebogen

c) Ist zu erwarten, dass die Studienteilnahme bei den Teilnehmer_innen Schmerzen oder mehr als nur mildes Unbehagen hervorruft?	Risiko leicht erhöht <input type="checkbox"/> (Informed Consent)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Risiko deutlich erhöht bzw. erhöhtes Risiko nicht auszuschließen. <input type="checkbox"/> (Anfrage Beratungspflicht)	
d) Besteht ein erhöhtes Gefährdungspotential oder ein erhöhtes Verletzungsrisiko aufgrund der Teilnahme an der Studie?	Risiko leicht erhöht <input type="checkbox"/> (Informed Consent)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Risiko deutlich erhöht bzw. erhöhtes Risiko nicht auszuschließen. <input type="checkbox"/> (Anfrage Beratungspflicht)	
e) Werden den Teilnehmer_innen Nahrungsmittel, Nahrungsergänzungsmittel oder Getränke verabreicht?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
f) Werden den Teilnehmer_innen der Studie Medikamente, Placebos oder andere Substanzen verabreicht?	<input type="checkbox"/> (Anfrage Beratungspflicht)	<input checked="" type="checkbox"/>
g) Werden den Teilnehmer_innen invasiven oder potentiell schädlichen Prozeduren unterzogen?	<input type="checkbox"/> (Anfrage Beratungspflicht)	<input checked="" type="checkbox"/>
h) Werden den Teilnehmer_innen Körpersubstanzen entnommen (Blut, Speichel, etc.)?	<input type="checkbox"/> (Anfrage Beratungspflicht)	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Datenschutz		
Werden personenbezogene Daten von den Teilnehmer_innen erhoben?	<input type="checkbox"/> (Einwilligungserklärung)	<input checked="" type="checkbox"/>
5. Vergütung, Interessenskonflikt, Drittmittel		
a) Wird den Teilnehmer_innen eine Aufwandsentschädigung bezahlt?	<input type="checkbox"/> (Informed Consent)	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Besteht ein Interessenskonflikt (hierzu zählen finanzielle, persönliche und professionelle Beziehungen, z. B. Forschung am eigenen Arbeitsplatz)?	<input type="checkbox"/> (Anfrage Beratungspflicht)	<input checked="" type="checkbox"/>
c) Handelt es sich um ein Drittmittelprojekt oder wird eine Proband_innenversicherung angestrebt?	<input type="checkbox"/> (Anfrage Beratungspflicht)	<input checked="" type="checkbox"/>

Anhang: Leitfaden für die Experteninterviews

Kurzvorstellung

Masterarbeit aus dem Bereich BIM im Rohrleitungsbau

Darauf hinweisen, dass das Interview aufgezeichnet wird

Teil 1: BIM-Reifegrad Einschätzung der Experten

Wo arbeiten Sie aktuell?

Wie lange sind Sie dort tätig?

Zählt ihr Unternehmen zu den Auftraggebern oder zu den Auftragnehmern?

Was sind ihre Hauptaufgaben?

Haben Sie bereits von Building Information Modeling kurz BIM gehört?

Haben Sie bereits Erfahrungen mit BIM sammeln können?

Wie gut würden Sie ihren theoretischen Informationsstand zum Thema BIM selbst einschätzen?

Wie erfahren würden Sie sich auf einer Skala von 1 bis 10 im praktischen Umgang mit BIM selbst einschätzen?

Teil 2: Einschätzung der BIM-Anwendungsfälle

Was sind aus ihrer Sicht die wichtigsten BIM-Anwendungsfälle / Anwendungsbereiche für den Rohrleitungsbau?

Fragen nach:

- ➔ Nutzen
- ➔ Umsetzung
- ➔ Voraussetzung
- ➔ Projektphase (Bedarf, Planen, Bauen, Betreiben)

Haben Sie schon einmal von den standardisierten BIM-Anwendungsfällen von BIM Deutschland gehört?

BIM Deutschland hat 21 standardisierte BIM Anwendungsfälle für den Hoch- und Infrastrukturbau definiert.

Ich möchte, dass Sie sich kurz Zeit nehmen und die 21 Anwendungsfälle nach ihrer Relevanz für den Rohrleitungsbau bewerten. Auf einer Skala von 1 bis 5 wobei 1 eher unwichtig und 5 sehr wichtig ist. Ich werde Ihnen die AwF vorlesen und Sie antworten bitte ganz spontan.

Interviewpartner ausreden lassen, bei längeren Ausführungen Fragen nach:

- ➔ *Nutzen*
- ➔ *Umsetzung*
- ➔ *Voraussetzung*
- ➔ *Projektphase (Bedarf, Planen, Bauen, Betreiben)*

000 Grundsätzliches

010 Bestandserfassung und –modellierung

020 Bedarfsplanung

030 Planungsvarianten bzw. Erstellung haushaltsbegründender Unterlagen

040 Visualisierung

050 Koordination der Fachgewerke

060 Planungsfortschrittskontrolle und Qualitätsprüfung

070 Bemessung und Nachweisführung

080 Ableitung von Plan unterlagen

090 Genehmigungsprozess

100 Mengen- und Kostenermittlung

110 Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe

120 Terminplanung der Ausführung

130 Logistikplanung

140 Baufortschrittskontrolle

150 Änderungs- und Nachtragsmanagement

160 Abrechnung von Bauleistungen

170 Abnahme- und Mängelmanagement

180 Inbetriebnahmemanagement

190 Projekt- und Bauwerksdokumentation

200 Nutzung für Betrieb und Erhaltung

Teil 3: Offenes Gespräch über markante BIM-Anwendungsfälle

Es gibt noch ein paar Anwendungsfälle, auf die ich gerne spezifischer eingehen würde.

- nur auf die eingehen, die noch nicht genannt wurden
- auf hochbewertete AwF eingehen

Anwendungsfall (010) „Bestandserfassung und -modellierung“

Ggf. Erläuterung: Mit Hilfe von unterschiedlichen Technologien zum Beispiel dem Laserscanning können bestehende Rohrleitungssysteme aufgenommen und in ein digitales Modell überführt werden. Das bedeutet der aktuelle Bestand wird erfasst.

- Nutzen
- Umsetzung
- Voraussetzung
- Projektphase (Bedarf, Planen, Bauen, Betreiben)

Anwendungsfall (040): Visualisierung

Ggf. Erläuterung: Für das Arbeiten mit der BIM-Methode wird ein digitales 3D-Modell der Rohrleitung erstellt. Dieses Modell kann zu Visualisierungszwecken verwendet werden.

- Nutzen
- Umsetzung
- Voraussetzung
- Projektphase (Bedarf, Planen, Bauen, Betreiben)

Anwendungsfall (190) Projekt und Bauwerksdokumentation

Ggf. Erläuterung: Ziel dieses AwF ist die Erstellung eines „Wie-gebaut Modells“ dieses Modell enthält neben der Geometrie weitere wichtige Informationen zu dem Bau. Das können zum Beispiel Materialeigenschaften und Prüfprotokolle sein.

- Nutzen
- Umsetzung
- Voraussetzung
- Projektphase (Bedarf, Planen, Bauen, Betreiben)

Gibt es zum Schluss noch etwas bezüglich des Themas BIM, über das Sie sprechen möchten?

Können Sie einen Ausblick geben wie sich die BIM Methode für den Rohrleitungsbau in Zukunft entwickeln wird?

Literaturverzeichnis

BIM Deutschland (Hg.) (2022): Standard-Anwendungsfälle. MUSTERSTECKBRIEF, NOMENKLATUR UND HARMONISIERTE LISTE DER ANWENDUNGSFÄLLE. BMVI; BMWSB.

BIM Deutschland (Hg.) (2023): BIM Deutschland - Ergebnisbericht der Phase 1. BMVI; BMWSB.

BIM4INFRA2020 (Hg.) (2019): BIM4INFRA2020. Online verfügbar unter <https://bim4infra.de/>, zuletzt geprüft am 12.02.2025.

BIM-Glossar (2021): BIM-Glossar. Erläuterungen der wichtigsten Fachbegriffe des Building Information Modeling. Berlin: bSD Verlag (BIM Basics).

BMVI (Hg.) (2019): Steckbriefe der wichtigsten BIM-Anwendungsfälle. BIM4INFRA2020 Handreichung und Leitfäden Teil 6.

BMVI (Hg.) (2021a): Masterplan BIM Bundesfernstraßen. Digitalisierung des Planens, Bauens, Erhaltens und Betriebens im Bundesfernstraßenbau mit der Methode Building Information Modeling (BIM).

BMVI (2021b): Masterplan BIM Bundesfernstraßen – Rahmendokument Steckbriefe der Anwendungsfälle V 1.0.

DIN EN ISO 29481-1 Entwurf, Januar 2025: Bauwerksinformationsmodelle - Handbuch der Informationslieferungen - Teil 1: Methodik und Format.

German Society for Trenchless Technology e. V., Rohrleitungsbauverband e. V. (Hg.) (2020): BIM im Leitungsbau. Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e.V.

VDI 2552 Blatt 2, August 2022: Building Information Modeling Begriffe.

VDI 2552 Blatt 1, Juli 2020: Building Information Modeling Grundlagen.

VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1, Oktober 2022: Struktur zur Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Expertenverteilung AG-AN-BE	6
Abbildung 3-2: Ergebnisse der Experten-Selbsteinschätzung.....	7
Abbildung 3-3 Auswertung der 21 BIM-Anwendungsfälle nach BIM Deutschland.....	9
Abbildung 4-1 Praxisbeispiel – Mustervorlage BIM Deutschland.....	16
Abbildung 4-2 Praxisbeispiel – Masterplan BIM Bundesfernstraßen	16
Abbildung 4-3 Informationsaustausch AG und BIM-Rollen.....	20
Abbildung 4-4 Schematische Darstellung AwF-Prozessdiagramm.....	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1 BIM-Einschätzung der Experten	8
Tabelle 3-2 Ober- und Unterkategorien	12
Tabelle 3-3 Aufbau Auswertungstabelle der Experteninterviews mit Beispiel.....	13
Tabelle 4-1 Beispieldarstellung Praxisbeispiel.....	17
Tabelle 4-2 Erklärung zu den Synopsen.....	23
Tabelle 4-3 Synopse zum Steckbrief AwF 010	24
Tabelle 4-4 Synopse zu den Umsetzungsdetails AwF 010.....	28
Tabelle 4-5 Synopse zum Steckbrief AwF 040	31
Tabelle 4-6 Synopse zu den Umsetzungsdetails AwF 040.....	34
Tabelle 4-7 Synopse zum Steckbrief AwF 190.....	38
Tabelle 4-8 Synopse zu den Umsetzungsdetails AwF 190.....	41

Einsatz von Künstlicher Intelligenz

Whisper & aTrain

In dieser Arbeit wurde die Künstliche Intelligenz *Whisper* von dem Herausgeber OpenAI, Inc. in der Anwendung *aTrain* verwendet um die Experteninterviews zu transkribieren.

aTrain ist eine Anwendung welche von Mitarbeitern der Universität Graz entwickelt wurde die derzeitigen Herausgeber sind: Armin Haberl, Jürgen Fleiß und Andrea Forster. ATrain ist keine offizielle Anwendung der Universität Graz. Die Anwendung wurde in der Version 1.2.0 verwendet.

Die KI-Transkription wurde im Anschluss unter Durchsicht der Videoaufzeichnungen überprüft und bedarfsgerecht verbessert.

ChatGPT

Das Large Language Modell ChatGPT von OpenAI, Inc. wurde in der Version 4-o verwendet, um die Aussagen der Experten zu paraphrasieren. Die Paraphrasen wurden im Anschluss auf ihre Sinnhaftigkeit überprüft und ggf. verbessert.

Selbstständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Die Arbeit wurde weder in dieser oder einer ähnlichen Form noch in Auszügen bereits einer Prüfstelle vorgelegt.

Birgit Sinnigen

Oldenburg, den 13.02.2025