



Bundesministerium  
der Verteidigung



BundesImmobilien

# Verfahrensbeschreibung Gebäudevermessung

Modul 2: BIM-konforme Vermessungsleistungen





## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abkürzungsverzeichnis	III
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Rahmenbedingungen	2
2.1 BIM-Ziele	3
2.2 BIM-Beteiligte (Rollen, Funktionen, Aufgaben und Verantwortungen)	5
2.2.1 BIM-Autor	6
2.2.2 BIM-Fachkoordinator	7
2.2.3 BIM-Gesamtkoordinator	8
2.2.4 BIM-Manager	8
2.2.5 BIM-Nutzer	8
2.3 Austausch-Informationsanforderungen (AIA)	8
2.4 BIM-Abwicklungsplan (BAP)	10
2.5 BIM-Modelle	10
2.5.1 Grundlagen eines BIM-Modells	10
2.5.2 Semantische Aufteilung der BIM-Modelle	12
2.5.3 Einteilung von BIM-Modellen gemäß den BIM-Planungsphasen	12
2.5.3.1 Bestandsmodell	13
2.5.3.2 Planungs-Modell	13
2.5.3.3 As-built-Modell	13
2.5.3.4 Betreiber-Modell	13
2.6 Modelldetails und Modellinformationen	14
2.6.1 Geometrischer Detaillierungsgrad (LOG)	15
2.6.1.1 LOG 100 – Massenmodell	17
2.6.1.2 LOG 200 – Schalen- und Kernmodell	17
2.6.1.3 LOG 300 – Standard-Vermessungsmodell	17
2.6.1.4 LOG 400 – Detailliertes Vermessungsmodell	17
2.6.2 Informationstiefe (LOI)	18
2.6.3 Dokumentationsbedarf (DOC)	19
3 Vermessungsleistungen im BIM-Prozess	20
3.1 Vermessungsleistungen im Kontext des Lebenszyklus von Bauwerken und Gebäuden	20
3.2 Integration von Vermessungsleistungen in die BIM-Prozesse	21
3.2.1 Anwendungsfälle des Level I	21
3.2.2 Anwendungsfälle des Level II	24
3.2.3 Anwendungsfälle des Level III	27
4 Rahmenbedingungen für Vermessungsleistungen	29
4.1 Zweck der Vermessung und Modellierung	29
4.2 Festlegung des Erfassungsumfangs	30
4.3 Gebäudestruktur	30
4.4 Objektdefinitionen für ein Bestandsmodell	30
4.5 Behandlung von Zwischendecken und Doppelböden	31

<b>5</b>	<b>Genauigkeit und Modellierungstoleranzen</b>	<b>31</b>
5.1	Vermessungsgenauigkeit	32
5.2	Modellierungstoleranzen	33
5.2.1	Interpretation der Daten	33
5.2.2	Abweichungen der realen Geometrie vom Modell	33
<b>6</b>	<b>Georeferenzierung</b>	<b>35</b>
6.1	Festlegung eines einheitlichen Projektkoordinatensystems	36
6.2	Festlegung des Projektreferenzpunktes	37
6.3	Festlegung der Projektreferenzkote	37
6.4	Festlegung der Rotation (Nordabweichung)	38
6.5	Schaffung weiterer Passpunkte	38
6.6	Festlegung von Transformationsparametern	38
6.7	Erstellen einer projektbezogenen BIM-Modellvorlage mit Festlegungen zur Georeferenzierung	39
<b>7</b>	<b>Datenaustausch</b>	<b>39</b>
7.1	Lieferung von Messdaten	39
7.2	Ausrüstung und Infrastruktur des Auftraggebers	40
7.2.1	Datenspeicherung	40
7.2.2	IT-Architektur	40
7.2.3	Datenviewer für Punktwolken	42
7.3	Datenformat	42
7.3.1	Dateien	42
7.3.2	Webplattform-Viewer	43
7.3.3	Interaktion zwischen Vermessungsdaten und Modell	43
7.4	Teillieferung	43
<b>8</b>	<b>Technik und Arbeitsablauf bei der Erstellung eines BIM-Bestandsmodells</b>	<b>43</b>
8.1	Projektbezogenes Festpunktnetz für die Vermessung	44
8.2	Laserscanning-Datenerfassung	45
8.2.1	Punktwolkendichte	45
8.2.2	Unzugängliche Bereiche	47
8.2.3	Erfassung von Panoramabilddaten	47
8.3	Berücksichtigung anderer Vermessungsergebnisse	47
8.4	3D-BIM-Modellierung	48
8.4.1	Haftung	48
8.4.2	Erstellung des BIM-Modells	49
8.4.3	Verfahren zur Qualitätsprüfung	49
8.5	Lieferung der Ergebnisse aus vermessungstechnischer Erfassung	50
8.5.1	BIM-Bestandsmodell	50
8.5.2	Scandaten	50
8.5.3	Kollaborative Punktwolkenbetrachtung	50
8.6	Gemeinsame Datenumgebung	51
8.7	Datenaustausch und Interoperabilität	52
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>53</b>
	<b>Impressum</b>	<b>59</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AG	<i>Auftraggeber</i>
AIA	<i>Austausch-Informationsanforderungen</i>
AN	<i>Auftragnehmer</i>
AwF	<i>Anwendungsfall</i>
BAP	<i>BIM-Abwicklungsplan</i>
BBR	<i>Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung</i>
BFR GBestand	<i>Baufachliche Richtlinien Gebäudebestandsdokumentation</i>
BFR LBestand	<i>Baufachliche Richtlinien Liegenschaftsbestandsdokumentation</i>
BFR Verm	<i>Baufachliche Richtlinien Vermessung</i>
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BV	<i>Bauverwaltungen der Länder</i>
CDE	<i>Gemeinsame Datenumgebung , engl. Common Data Environment</i>
DGM	<i>Digitales Geländemodell</i>
DHHN2016	<i>Deutsches Haupthöhennetz 2016</i>
DOC	<i>Dokumentationsbedarf; engl. Level of Documentation</i>
ETRS89	<i>Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989</i>
FbT	<i>Freiberuflich Tätiger</i>
FM	<i>Facility Management</i>
FM-Software	<i>Facility Management Software</i>
GIS	<i>Geografisches Informationssystem</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
LAP	<i>Liegenschaftsbezogener Aufnahmepunkt</i>
LHP	<i>Liegenschaftsbezogener Höhenfestpunkt</i>
LOA	<i>Vermessungsgenauigkeit, engl. Level of Accuracy</i>
LOD	<i>Fertigstellungsgrad , engl. Level of Development</i>
LOG	<i>Geometrischer Detaillierungsgrad, engl. Level of Geometry</i>
LOI	<i>Informationstiefe, engl. Level of Information</i>
LOIN	<i>Level of Information Need, Informationsbedarfstiefe</i>

MLS	<i>Mobiles Laserscanning</i>
OKFF EG	<i>Oberkante Fertigfußboden Erdgeschoss</i>
TGA	<i>Technische Gebäudeausrüstung</i>
TLS	<i>Terrestrisches Laserscanning</i>
UAV	<i>unbemannte Luftfahrzeuge, engl. unmanned aerial vehicles</i>
UTM	<i>Universale Transversale Mercatorprojektion</i>
VB	<i>Verfahrensbeschreibung</i>

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Durch die Einführung von Building Information Modeling (BIM) für Bundesbauten [8] sind auch Vermessungsleistungen für Bauwerke und Gebäude auf Liegenschaften des Bundes in die BIM-Prozesse zu integrieren. In dieser Verfahrensbeschreibung (VB) soll aufgezeigt werden, wo Vermessungsleistungen im Ablauf BIM-gestützter Planungs-, Bau- und Bewirtschaftungsaufgaben von Bundesbauten zu erbringen sind. Ferner wird beschrieben,

- welche Anforderungen an die Ergebnisse von Vermessungen gestellt werden,
- zu welchen Zeitpunkten in der BIM-Prozesskette die Vermessungsergebnisse zu liefern sind,
- nach welchen Kriterien eine Qualitätsprüfung der Vermessungsergebnisse vorgenommen werden kann,
- wie Fragen der Haftung und des Urheberrechts zu berücksichtigen sind und
- wie die erhobenen Daten aufzubereiten sind, damit diese sachgerecht in die kollaborativen Planungs-, Bau- und Betriebsprozesse einfließen können.

Auch im Rahmen eines BIM-Prozesses müssen vor der Planung der Bestands vorhandener Gebäude (siehe BFR GBestand [22]) und die Beschaffenheit des Planungsgebietes, einschließlich darin vorhandener Infrastrukture Objekte (siehe BFR LBestand [23]), erfasst werden. Das rein geometrische Erfassen mittels Punktwolke z. B. aus Laserscans hat im Ergebnis noch kein Modell, wie es für den BIM-Prozess erforderlich ist. Der Bestand muss gemäß den Anforderungen des Auftraggebers (AG) modelliert und das zu erzeugende Modell an die benötigte Informationstiefe der jeweiligen BIM-Prozessphase angepasst werden.

Entscheidend für die Verwendbarkeit des Modells ist eine klare Anforderung seitens des AG's und eine Rückmeldung seitens des Vermessungsdienstleisters, welche Informationen in das Modell integriert werden konnten. Nicht jede Information lässt sich im Rahmen eines Aufmaßes erfassen; nicht jede Information ist für die Projektbearbeitung erforderlich.

In dieser Verfahrensbeschreibung soll aufgezeigt werden, wie die Anforderungen des AGs für Vermessungsleistungen definiert werden und wie diese in den BIM-Prozess zu integrieren sind. Zur Erleichterung des Einstieg erleichtert wird eine Einführung in den BIM-Prozess mit Schwerpunkt auf Vermessungsleistungen gegeben und musterhafte Handlungsabfolgen vorgeschlagen, die auf die konkreten projektbezogenen Aufgaben übertragen werden können.

Zielsetzung dieser Verfahrensbeschreibung

Bestandserfassung im BIM-Prozess

Beschreibung der Anforderungen an Vermessungsleistungen im BIM-Prozess

## 2 Rahmenbedingungen

Building Information Modeling hat im letzten Jahrzehnt im Bauwesen signifikant an Bedeutung gewonnen. Auch für Bundesbauten wird die BIM-Methode zunehmend angewandt [25]. Gegenüber der herkömmlichen Arbeitsweise wächst der Bedarf an einheitlichen und transparenten Arbeitsschritten.

Die Grundlagen für die Anwendung der BIM-Methode im Bundesbau bilden die Umsetzungsstrategie im Masterplan BIM für Bundesbauten [8] und die im BIM-Handbuch [9–20] zusammengefassten Arbeitshilfen.

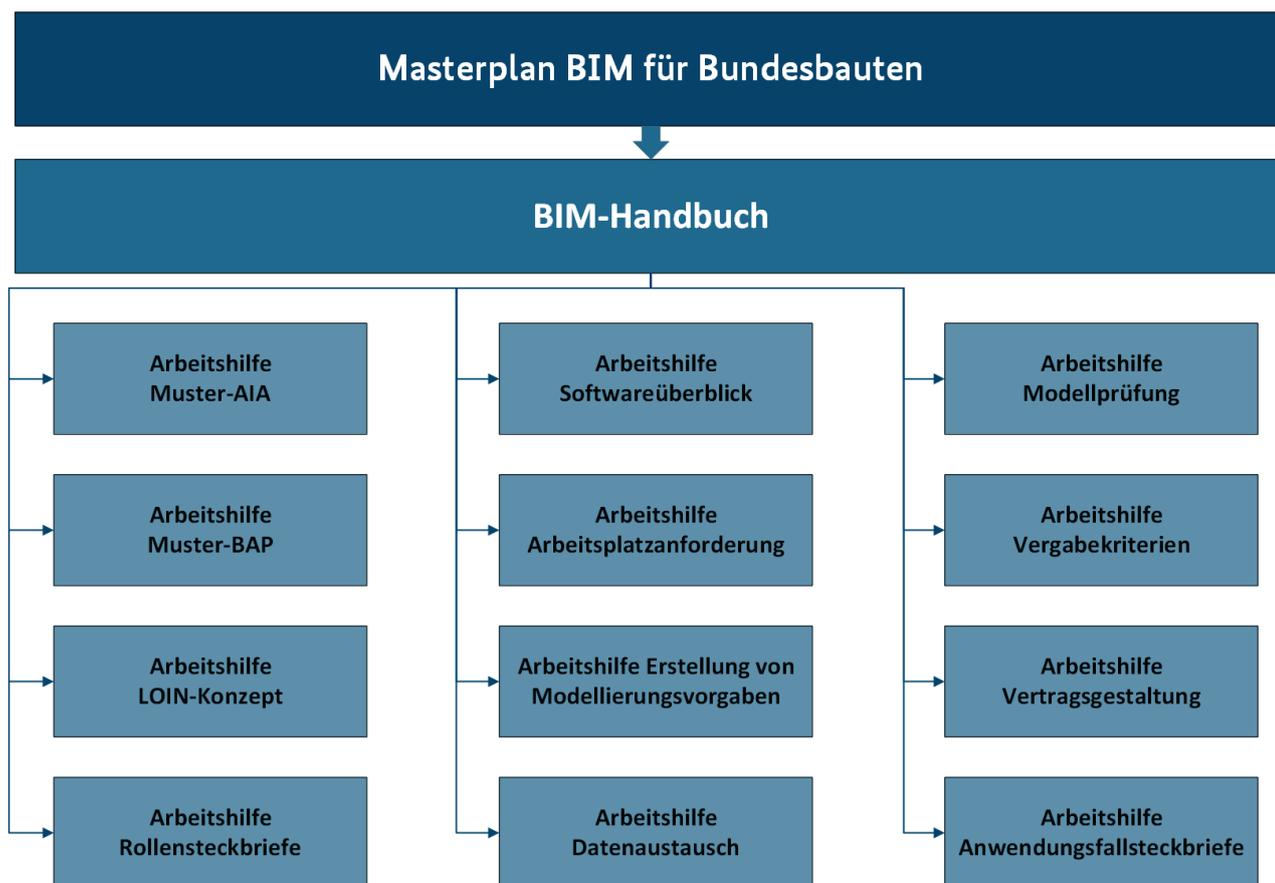


Abb. 1: Strukturkonzept der Vorgaben für BIM im Bundesbau

Zur Vereinheitlichung von BIM-Prozessen sowie der Anforderungsdefinition insbesondere für Planungs- und Bauaufgaben von Gebäuden ist ein umfangreiches Normen- und Richtlinienwerk eingeführt, auf dessen Grundlage die BIM-Prozessschritte aufgesetzt werden. Folgende wesentliche Regelwerke sind u. a. zu beachten:

- **DIN EN 17412-1** Bauwerksinformationsmodellierung – Informationsbedarfstiefe [30]
- **DIN EN ISO 16739-1** Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauwirtschaft und im Anlagenmanagement [31]
- **DIN EN ISO 19650** Organisation von Daten zu Bauwerken [32–36]
- **VDI 2552** Building Information Modeling [48–63]

## 2.1 BIM-Ziele

BIM) bietet durch eine modellbasierte Bau- und Planungsmethodik die Möglichkeit einer projektübergreifenden Datenverknüpfung und einen konsistenten, modellbasierten Austausch von Informationen. Dadurch ermöglicht es eine digitale Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten. Alle arbeiten stets mit dem aktuellen Planungsstand (Single Source of Truth).

modellbasierte Bau- und Planungsmethodik

Es kann jederzeit auf relevante Informationen zugegriffen, sowie Änderungen der Projektteilnehmenden nachverfolgt und nachvollzogen werden. Diese hohe Transparenz ist im Projektablauf ein entscheidender Faktor für mehr Effizienz und bessere Zusammenarbeit aller am Projekt Beteiligten.

Transparenz im Projektablauf

Zwangsläufig entstehen bei der Anwendung von BIM große Datenmengen, was eine übergreifende Strukturierung der Daten erfordert. Da entsprechend des Verlaufs von Planungs- und Bauprozessen unterschiedlicher, in der Regel mit fortschreitendem Projektverlauf wachsender Informationsbedarfe besteht, spielt die Informationsbedarfstiefe (Level of Information Need, LOIN) eine wesentliche Rolle in BIM-Projekten. Dadurch lassen sich insbesondere Doppelerfassungen von Informationen vermeiden, welche häufig zu Inkonsistenzen in den Daten führen könnten.

Datenstrukturierung im BIM-Prozess

Die Zusammenarbeit der Beteiligten muss bei einem mit BIM umgesetzten Projekt vor Beginn möglichst präzise geregelt werden. Anhand verbindlicher Regelungen kann der Austausch von Informationen und Daten vorbereitet und organisiert werden. Dies geschieht mit Aufstellung der Austausch-Informationsanforderungen (AIA) und des BIM-Abwicklungsplans (BAP).

Zusammenarbeit der Beteiligten bei einem BIM-Projekt

Die AIA und der BAP sind Regelwerke, die Vorgaben für die praktische Anwendung der BIM-Methode enthalten. Sie ergänzen den Vertrag zur Ausführung von Planungsleistungen, den der Bauherr mit einem Architekten, Generalunternehmer oder zuständigen Planer abschließt, um die Erfüllung der Vorgaben zu sichern, die bei der Arbeit mit der BIM-Methode unerlässlich sind.

AIA und BAP

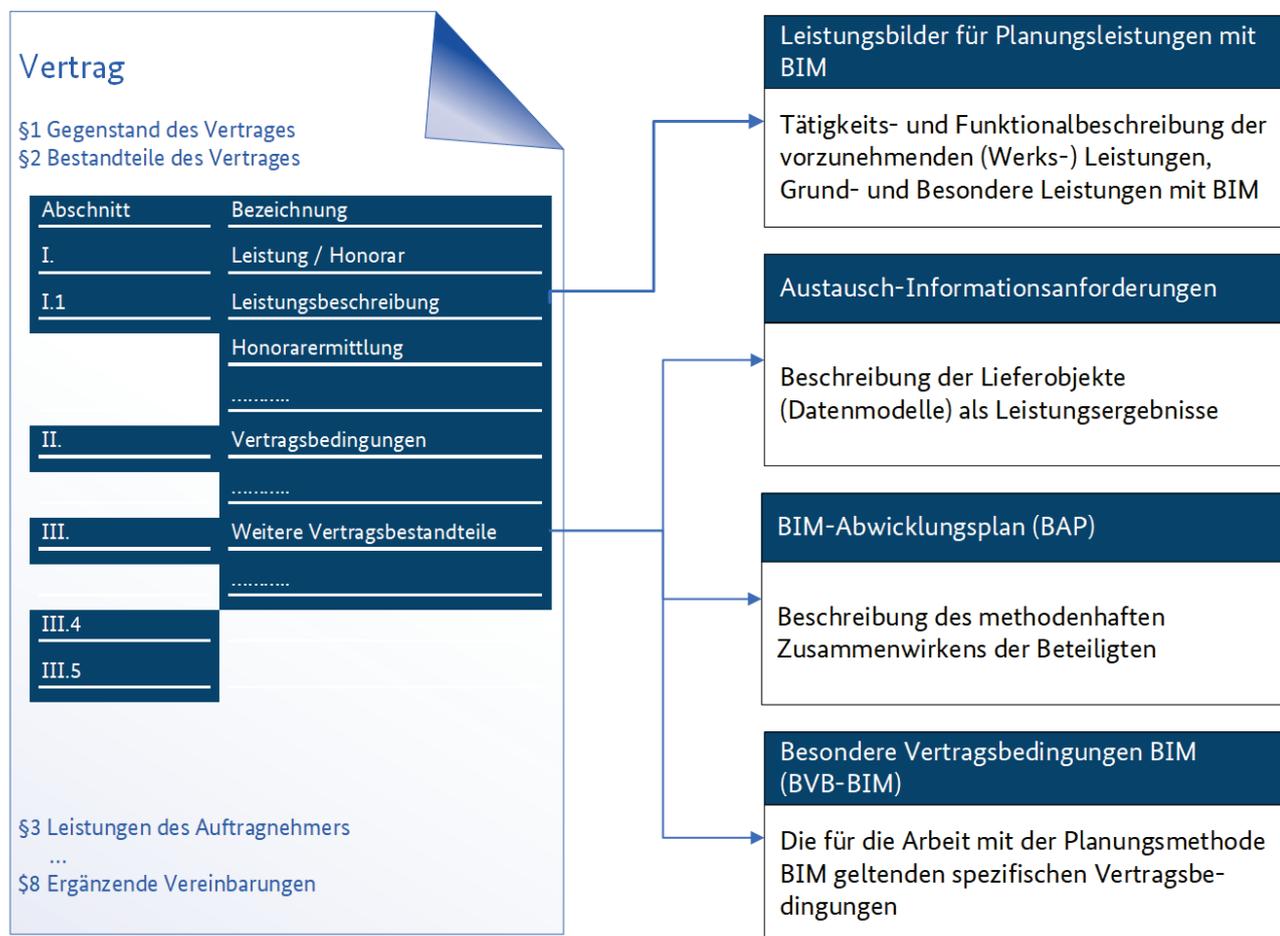


Abb. 2: Zusammenwirken der Vertragsbestandteile in einem BIM-Projekt

Eine vollständige Planung eines Bauprojektes vor Baubeginn setzt voraus, dass sämtliche zu erbringenden Leistungen und auch die Prozesse schon sehr früh festgelegt und vereinbart werden.

Dies wird in Anlagen zum Planungsvertrag fixiert. Dabei ergänzen die AIA, der BAP und weitere BIM-spezifische Leistungsbilder die Leistungsbeschreibungen des Vertragswerks.

Ausführliche Anleitungen zur Integration BIM-spezifischer Leistungen für Planungsprozesse in Verträge können dem Band 11 der AHO-Schriftenreihe „Leistungen Building Information Modeling - Die BIM-Methode im Planungsprozess der HOAI [1] sowie der Arbeitshilfe Vertragsgestaltung des BIM-Handbuchs für Bundesbauten [20] entnommen werden.

## 2.2 BIM-Beteiligte (Rollen, Funktionen, Aufgaben und Verantwortungen)

Gemäß den Normen und Richtlinien (DIN EN ISO 19650 [32–36], VDI 2552 [48–50, 52–55, 57, 58, 60–63]) in der aktuellen Literatur und in anderen Veröffentlichungen werden häufig eine Vielzahl von Rollen bzw. Funktionen mit dem Begriff BIM verbunden, oft mit dem Hinweis auf dafür erforderliche Fachkenntnisse, Zertifikate oder Spezialisierungen. Für den Bereich des Bundesbaus werden die wichtigsten Funktionen einfach und klar in der Arbeitshilfe Rollensteckbriefe des BIM Handbuchs für Bundesbauten [17] definiert.

Normen und Richtlinien zur Definition der BIM-Beteiligten und ihrer Funktionen



Abb. 3 BIM-Rollen gemäß Arbeitshilfe Rollensteckbriefe des BIM-Handbuchs für Bundesbauten [11]

Darin werden die Rollendefinition und die zugehörigen Aufgabenfelder in abstrakter Form beschrieben, aufbauend auf der VDI-Richtlinie 2252 Blatt 7 [53]. Eine direkte Zuordnung von Personen oder Fachsparten zu den jeweiligen BIM-Rollen wird dabei nicht vorgenommen, da einzelnen Personen im BIM-Prozess mehrere BIM-Rollen übertragen werden können und eine BIM-Rolle von mehreren Personen wahrgenommen werden kann.

Zuordnung der BIM-Rollen zu Personen und Fachsparten

Für die Einordnung von Vermessungsleistungen in die BIM-Rollenstruktur werden im Folgenden die Erbringung von Vermessungsleistungen an sich sowie die Ableitung von BIM-Bestandsmodellen aus den Ergebnissen von

Einordnung von Vermessungsleistungen in die BIM-Rollenstruktur

Vermessungen den BIM-Rollen der Arbeitshilfe Rollensteckbriefe [17] zugeordnet und die zugehörigen Aufgabenfelder umschrieben.

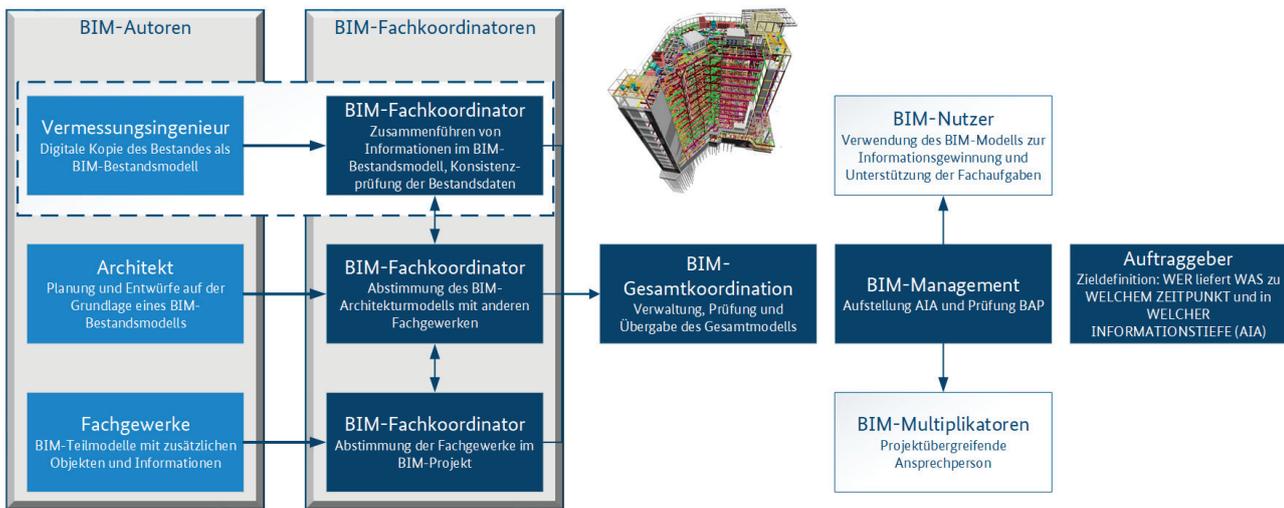


Abb. 4: Einordnung der Vermessung in die BIM-Rollen

### 2.2.1 BIM-Autor

BIM-Autor

Jeder, der Informationen in ein Bauwerksmodell (Gesamtmodell oder Fachmodell) einfügt, ist ein BIM-Autor. Das kann sowohl der planende Architekt, der (Fach-)Ingenieur, der Bauzeichner oder Bauwerksmodellierer als auch der Bauleiter sein. Ein Auftragnehmer (AN) bekommt per se die Funktion des BIM-Autors, sobald dieser planerische Leistungen am Modell vornimmt.

BIM-Autor für Vermessungsleistungen

Im Zusammenhang mit der Erbringung vermessungstechnischer Leistungen kann ein BIM-Autor sowohl ein beauftragter Freiberufler/Tätiger (FbT) als auch ein fachkundiger Mitarbeiter der Bauverwaltungen der Länder (BV) sein. Ein BIM-Autor für vermessungstechnische Leistungen hat folgende wesentliche Aufgaben:

- Mitwirkung bei der Erstellung eines BIM-Abwicklungsplans (BAP) und Abstimmen der vermessungstechnischen Teilleistungen im BIM-Prozess auf der Grundlage der AIA, insbesondere Auswahl sachgerechter und kosteneffizienter Messverfahren und -methoden, Eingliederung der Vermessungen in den BIM-Prozess, Modellierungsvorgaben, Liefergegenstände für vermessungstechnische Ergebnisse, Lieferungszeitpunkte (data drops),
- Herstellung, Prüfung und Erweiterung von Festpunktfeldern, z. B. Liegenschaftsbezogenes Aufnahmepunktfeld, LAP-Feld, bzw. liegenschaftsbezogenes Höhenfestpunktfeld, LHP-Feld, gemäß BFR Verm [24] als Grundlage einheitlicher Koordinatenreferenzsysteme für BIM-Bestandsmodelle,

- Geometrische und attributive Ergänzung des BIM-Bestandsmodells (Objektbildung) aus Daten externer Stellen:
  - Gebäude- und Liegenschaftsbestandsdokumentation,
  - Nachweise der Vermessungsverwaltungen, z. B. Grenzverläufe der Grundstücke als Auszüge aus dem Liegenschaftskataster, Nachweise der Geotopographie, Luftbilder, Digitale Geländemodelle,
  - Verlauf von Ver- und Entsorgungsleitungen aus den Nachweisen von Leitungsbetreibern;
- Durchführung und Auswertung vermessungstechnischer Bestandsaufnahmen von Gebäuden sowie der Topographie des Projektgebietes gemäß den Strukturvorgaben der AIA,
- Zusammenführen der raumbezogenen Informationen zu einem BIM-Bestandsmodell und Modellerweiterung um zusätzliche attributive Daten gemäß LOIN-Anhang zum AIA.

### 2.2.2 BIM-Fachkoordinator

Der BIM-Fachkoordinator führt die einzelnen (Fach-)Modelle zusammen und achtet auf die Einhaltung der vereinbarten Standards und Ziele des BIM-Abwicklungsplans (BAP). Auch die Kollisionsprüfung mit anderen Modellen und die Bereitstellung besonderer Modelle für verschiedene Anwendungsfälle gehören zu seinen Aufgaben.

BIM-Fachkoordinator

In der Praxis erfolgt die BIM-Fachkoordination in der Regel nur bei Planungsbereichen, in denen mehr als ein Planer für ein Fachgebiet beauftragt ist. Das ist beispielsweise in Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) der Fall.

Für Vermessungsleistungen übernimmt der BIM-Autor auch die Leistungen des BIM-Fachkoordinators. Ihm obliegt die Erstellung eines BIM-Bestandsmodells auf der Grundlage von Vermessungsergebnissen. Dabei sind folgende spezifische Aufgaben zu erfüllen:

BIM-Fachkoordinator für Vermessungsergebnisse

- Beschaffung vorhandener Unterlagen zum BIM-Projekt, die in die Erstellung eines BIM-Bestandsmodells einfließen, z. B. Auszüge aus der Gebäude- und Liegenschaftsbestandsdokumentation [22, 23], Festpunktfeldnachweise für das Projektgebiet gemäß BFR Verm [24], Beschaffung und Bereitstellung von Nachweisen der Vermessungsverwaltungen,
- Zusammenführen von Geometrie und attributiven Fachdaten zu einem Gesamtmodell für den Bestand entsprechend den Anforderungen für die jeweilige BIM-Projektphase (siehe auch LOIN),
- Mitarbeit an der Erstellung eines BAP (siehe 2.4) sowie der Konsistenzprüfung des BAP zu den Vorgaben der AIA (siehe 2.3),
- Zeitmanagement für die Durchführung von Vermessungsleistungen und Ablaufkoordination mit weiteren am BIM-Prozess beteiligten Fachdisziplinen,

- Konsistenzprüfung des BIM-Bestandsmodells gemäß den Vorgaben des BAP (siehe 2.4).

### 2.2.3 BIM-Gesamtkoordinator

BIM-Gesamtkoordinator

Der BIM-Gesamtkoordinator ist die Schnittstelle zwischen dem AG und den anderen am Projekt beteiligten BIM-Rollen. Er führt den BAP und die AIA für die Bauwerksmodelle aller Planer, Fachplaner und Ingenieure zusammen. In den grundlegenden Normen wie in der DIN EN ISO 19650 wird dieses Modell auch als Koordinationsmodell, also abgestimmtes und zusammengefasstes Modell bezeichnet. Eine weitere Aufgabe ist die Fortschreibung des BAP und die Abstimmung der Modelle mit dem BIM-Manager.

### 2.2.4 BIM-Manager

BIM-Manager

Der BIM-Manager ist in der Regel der Auftraggeberseite zugeordnet, erstellt in Zusammenarbeit mit diesem die AIA und berät bei der Schaffung und Bereitstellung der gemeinsamen Datenumgebung (Common Data Environment – CDE). Der BIM-Manager definiert die Meilensteine des BAP (Wer hat wann, was, in welchem Format und in welcher Datenqualität zu liefern?) und passt ggf. BIM-Prozesse und BIM-Anwendungsfälle an. Zudem obliegen ihm die Erteilung und Überwachung von Zugriffs- und Bearbeitungsberechtigungen zum Bauwerksmodell – Stichworte Geheimschutz und Informationssicherheit.

Während die Aufgaben von BIM-Autor, BIM-Fachkoordinator und BIM-Gesamtkoordinator in einer Hand liegen können, sollte die Funktion des BIM-Managers sowohl personell als auch organisatorisch davon getrennt sein.

### 2.2.5 BIM-Nutzer

BIM-Nutzer

Der BIM-Nutzer kann der ausführende Handwerker auf der Baustelle sein, aber auch der AG, der das beauftragte Datenmodell in Empfang nimmt und für weitere Anwendungsfälle wie zum Beispiel Gebäudebetrieb, Vermietung oder auch Rückbau verwendet.

## 2.3 Austausch-Informationsanforderungen (AIA)

Austausch-Informationsanforderungen (AIA)

Mit der Einführung der VDI/DIN EE 2552 Blatt 12.1 [63] wird der Begriff Austausch-Informationsanforderungen (AIA) geprägt, der in der Praxis den bisher unter dem Kürzel AIA verwendeten Begriff „Auftraggeber-Informations-Anforderungen“ ersetzt [4]. Damit wird verdeutlicht, dass der Schwerpunkt auf der Notwendigkeit zur Harmonisierung des Datenaustauschs in den BIM-Prozessen liegt.

Gemäß der Arbeitshilfe Muster-AIA [15] des BIM Handbuchs für Bundesbauten wird eine Gliederungsstruktur für AIA vorgegeben. Dabei wird zwischen zwingend darzustellenden Informationen sowie optional hinzufügaren Informationen unterschieden.

Die AIA sind im Zuge von BIM-Projekten Bestandteile der Ausschreibung und sie beschreiben einen produktneutralen Standard des AG für den

Austausch von Daten in BIM-Prozessen. Sie können für die Lebenszyklusphasen des Objektes (Planung, Durchführung und Betrieb) separat aufgestellt werden. Für die AIA werden Muster bereitgestellt, z.B. der BIM Standard des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) [4].

Zur Vergabe von Projektteileistungen an unterschiedliche AN werden keine eigenständigen Teil-AIA erstellt. Vielmehr wird durch den Auftraggeber eine projektumfassende AIA erstellt, welche als Quasistandard des Auftraggebers angehalten ist. So können Datenaustauschanforderungen über die beteiligten Fachdisziplinen hinweg definiert werden. Die AIA werden mit den Erfahrungen durchgeführter BIM-Projekte fortgeschrieben, so dass aktuelle Anforderungen Berücksichtigung finden.

Im Folgenden liegt der Schwerpunkt der Betrachtungen auf den Anforderungen für den Datenaustausch vermessungstechnischer Leistungen sowie deren Integration in den BIM-Gesamtprozess.

Gemäß der Arbeitshilfe Muster-AIA [15] des BIM-Handbuchs für Bundesbauten ist für die Erstellung der AIA elementar, dass:

Grundsätze für die AIA-Erstellung

- für die BIM-Anwendungsfälle, die bereitgestellten digitalen Lieferungen sowie die Rollen und Verantwortlichkeiten der Projektbeteiligten verständlich beschrieben werden und
- vom AN nur Informationen abgefordert werden, die für die Erbringung der Leistungen erforderlich sind oder vom AG im Rahmen von Entscheidungen benötigt werden bzw. in weiteren Phasen des Lebenszyklus (z. B. im Betrieb) Verwendung finden.

Übertragen auf die Erbringung von Vermessungsleistungen ergibt sich folgender Handlungsbedarf:

Handlungsbedarfe für Vermessungsleistungen

- Die im Masterplan BIM definierten Anwendungsfälle sind hinsichtlich darin enthaltener Vermessungsleistungen zu beurteilen (siehe Kapitel 3). Ggf. sind Unteranwendungsfälle zu beschreiben, in denen eine Abgrenzung auf objektspezifische Leistungen vorgenommen wird.
- Art und Umfang der zu liefernden Vermessungsergebnisse sowie die zeitliche Einordnung der Datenlieferungen (data drops) sind festzulegen.
- Die organisatorische Eingliederung sowie die Zuständigkeiten für die Vergabe, Übernahme und Prüfung von Vermessungsleistungen (Rollenkonzept) sind diesbezüglich zu beschreiben.
- Die Verantwortlichkeiten für Vermessungsleistungen im BIM-Gesamtprojekt sind abzugrenzen, z. B. wer für die Erfassung von Informationen zuständig ist (Erfassung der Geometrie durch Vermessungsdienstleister und alphanumerische Informationen durch weitere Fachsparten).

## BIM-Abwicklungsplan (BAP)

## 2.4 BIM-Abwicklungsplan (BAP)

Der BIM-Abwicklungsplan (BAP) wird in der Arbeitshilfe Muster-BAP [16] und in der VDI 2552 Blatt 10:2021-02 [49] wie folgt definiert:

*Der BAP (BIM-Abwicklungsplan) dokumentiert die nach Vertragsschluss gemeinsam von der Auftragnehmerseite erarbeitete und mit dem Auftraggeber abgestimmte Vorgehensweise zur Lieferung von Informationen und Daten und zur Erfüllung der vertraglich vereinbarten AIA.*

Mögliche Inhalte und Strukturen eines BAP können dem Muster BIM-Ablaufplan (BAP) des BBR [3] entnommen werden.

## Sachverhalte eines BAP für vermessungstechnische Leistungen

Für die Erbringung vermessungstechnischer Leistungen ergeben sich für einem BAP folgende Sachverhalte:

- Die grundlegenden Anforderungen an die Leistungserbringung sind in den AIA festzulegen. Im BAP werden diese ggf. durch den AG projektspezifisch zu erweitert. Ein Beispiel für eine Erweiterung ist die Festlegung des Aufbaus eines Digitalen Geländemodells (DGM) für den Projektbereich als Ergänzung zu den Daten der Liegenschafts- und Gebäudebestandsdokumentation. Bei der Erweiterung der Anforderungen sind jedoch Abweichungen von den Anforderungen der AIA zu vermeiden.
- Die zur Leistungserbringung erforderlichen Verfahren, z.B. Terrestrisches Laserscanning (TLS) für das Gebäudeaufmaß, sind zwischen AG und AN abzustimmen und im BAP festzulegen. Ferner sind Zeitpunkte, die Form und der Umfang der Ergebnisse für die zu erbringenden vermessungstechnischen Leistungen im BAP festzulegen.
- Dem AN obliegt es, die Leistungen
  - sachgerecht (z. B. Raumbezug, Genauigkeit),
  - zeitlich dem Projektablaufplan entsprechend und
  - in der notwendigen Informationstiefe (siehe LOIN)

zu erbringen.

Dazu sind bereits vorhandene Richtlinien, z. B. BFR Verm [24], BFR LBestand [23], BFR GBestand [22] vom AG vertraglich zu vereinbaren und der Leistungserbringung zugrunde zu legen.

Der BAP wird gemeinsam vom AG und AN i. d. R. nach Vertragsabschluss aufgestellt.

## 2.5 BIM-Modelle

## Bestandteile eines BIM-Modells

### 2.5.1 Grundlagen eines BIM-Modells

Ein BIM-Modell besteht aus Daten, die in der Regel durch ein Informationsmodell strukturiert werden, das sowohl geometrische als auch alphanumerische Daten verwalten kann. Ferner sollten nach dem LOIN-Konzept [13] Verweise auf zugehörige Dokumente in das Gebäudemodell aufgenommen werden können.

Die zugrundeliegenden Datenstrukturen (die Schemata) enthalten Klassen, die es erlauben, die Objekte der realen Welt virtuell abzubilden. Mit Hilfe eines BIM-Modells soll das spätere Bauwerk bzw. Gebäude mit allen Aspekten als „digitaler Zwilling“ rechnergestützt abgebildet werden.

Digitaler Zwilling

Für die Erstellung dieser digitalen Zwillinge werden spezialisierte Softwaresysteme benötigt, welche Funktionen besitzen, die weit über den Funktionsumfang herkömmlicher CAD-Systeme hinausgehen. Diese Software wird auch als BIM-Autorensoftware (aus dem englischen von BIM Authoring Software) bezeichnet. Sie soll eine Arbeitsweise unterstützen, mit der sich bereits in der Planung BIM-Modelle so erstellen lassen, wie später auch gebaut wird

BIM-Autorensoftware

Architekten, Vermesser, Fachplaner, technische Zeichner etc., die unter Einsatz dieser Software BIM-Modelle (oder Teile davon) erstellen, werden auch als BIM-Autoren bezeichnet. Sie besitzen die Berechtigung zum Erstellen, Ändern und Löschen von Modellelementen. Jedes Element eines BIM-Modells sollte die Information besitzen, wer Autor des entsprechenden Elements ist.

BIM- Autoren

Die Projektbeteiligten, die Informationen aus dem Modell, z. B. für Kostenschätzung, Mengenermittlung oder Terminplanung benötigen, werden BIM-Nutzer genannt. Sie haben nur Leseberechtigung am Modell.

BIM-Nutzer

Die einzelnen BIM-Modelle können nach Fachmodellen, nach Gebäudeteilen, Geschossen oder Bauabschnitten aufgeteilt werden. Das Koordinationsmodell eines Projekts besteht aus einer Aggregation von Teil- oder Fachmodellen, die zu Koordinationszwecken zusammengeführt werden. Damit zwischen den Teil- bzw. Fachmodellen ein gemeinsamer Bezug hergestellt werden kann, bildet ein Modell das Basismodell, das als Referenzmodell in der BIM-Autorensoftware der Fachplaner verknüpft wird.

Fach- und Koordinationsmodelle

Für den Bereich des Bundesbaus wird das BIM-Softwarekonzept in der Arbeitshilfe Softwareüberblick [18] des BIM-Handbuchs für Bundesbauten beschrieben. Hier werden die Zielsoftwaresysteme skizziert, die im Zuge der BIM-Prozesse für Bundesbauten anzuwenden sind.

BIM-Softwarekonzept für Bundesbauten

Für die vermessungstechnische Erfassung des Bestands sowohl von Bauwerken und Gebäuden als auch Objekten in den Außenanlagen von Liegenschaften werden überwiegend proprietäre Softwaresysteme eingesetzt. Zur BIM-konformen Modellierung des Bestands werden die Vermessungsdaten über definierte Schnittstellen in spezifische BIM-Software überführt und gemäß einer in den AIA vorgegebenen Modellstruktur modelliert. Ggf. werden die geometrischen Bestandsdaten aus der Vermessung um zusätzliche attributive Informationen aus anderen Quellen erweitert.

Überführung von Vermessungsdaten in BIM-Modelle

Aufteilung in getrennte Gewerke und Disziplinen

### 2.5.2 Semantische Aufteilung der BIM-Modelle

Im Kern der BIM-Methode liegt die arbeitsteilige Kooperation. Der Grundsatz der Aufteilung in getrennte Gewerke und Disziplinen, wie in der traditionellen Planungsmethodik, hat sich dadurch prinzipiell nicht verändert.

Zuordnung der Planungsaufgaben zu den Fachmodellen

Durch die digitale Projektabwicklung kann die Arbeitsteilung aber wesentlich transparenter und koordinierter erfolgen. Dazu werden die Planungsaufgaben den Fachmodellen zugeordnet, die wiederum im Verantwortungsbereich der Fachplanungsdisziplin in einzelne Teilmodelle aufgeteilt werden können (z. B. das TGA-Modell in die Teilmodelle Heizung, Klima, Lüftung, Sanitär). Ein Planer liefert dann als Arbeitsergebnis nur die Teilmodelle, für die er als BIM-Autor auch verantwortlich ist. So bleibt im Gesamtzusammenhang nachvollziehbar, wer der Urheber einzelner Modellelemente ist, und wer wann welche Änderungen vorgenommen hat.

Phasenmodell

### 2.5.3 Einteilung von BIM-Modellen gemäß den BIM-Planungsphasen

Wie auch in der klassischen CAD-Planung steigert sich der Informationsgehalt und Detaillierungsgrad eines Building Information Models über die Leistungsphasen der Planung hinweg. Nicht alle Elemente eines virtuellen Gebäudemodells, wie z. B. Geländer, sind von Anfang an im Modell enthalten, und auch der alphanumerische Informationsgehalt der einzelnen Elemente steigert sich sukzessive. Diese allmähliche Steigerung des Entwicklungsgrades des digitalen Modells bezeichnet man als Phasenmodell.

Zielsetzungen des Phasenmodells

Dieses Konzept hat zwei Zielsetzungen: Einerseits sollen planerische Aufwände in frühen Phasen und damit auch eventuelle Änderungen am Modell minimiert werden. Andererseits bleibt so auch der geometrische Detaillierungsgrad in frühen Phasen niedriger und ermöglicht ein deutlich schnelleres Arbeiten und Beurteilen von interdisziplinären Zusammenhängen.

Phasenmodell für Vermessungsleistungen

Auf Vermessungsleistungen in BIM-Prozessen übertragen bedeutet dies:

- Die Anforderungen an den Detaillierungsgrad der BIM-Modelle wachsen mit fortschreitenden Planungsphasen.
- Mit dem AG sind Inhalte und Genauigkeitsanforderungen für BIM-Bestandsmodelle gestuft nach den Planungsphasen hinsichtlich geometrischer Detaillierung und Genauigkeit (Level of Geometry, LOG) sowie inhaltlicher Präzisierung (Level of Information, LOI) zu vereinbaren. In der Regel werden die Anforderungen in den AIA definiert und ggf. im BAP präzisiert.
- Obwohl die Anforderungen an Vermessungsleistungen mit fortschreitender Planungsphase größer werden, wird die vermessungstechnische Erfassung des Bestands vornehmlich nur einmal beauftragt. Je nach Projekterfordernis ist die Bearbeitung des BIM-Modells in einzelne Stufen der Planungsphasen unterteilt und es werden auf der Grundlage der Vermessungsergebnisse nach Genauigkeit und Detaillierung

gestufte Bestandsmodelle abgeleitet bzw. das Ausgangsmodell sukzessive verfeinert.

#### 2.5.3.1 Bestandsmodell

Das Bestandsmodell ist eine Abbildung der Ist-Situation der Bauwerksstrukturen und dient als Grundlage zur weiteren Planung im BIM-Prozess. Es kann auf Basis einer Vermessung, z. B. Laserscans, Befliegungen mit unbemannten Luftfahrzeugen (unmanned aerial vehicles, UAV), Tachymetrie, und/oder auf Basis von bereits vorhandenen Bestandsdaten, z. B. GBestand [22], LBestand [23], sowie sonstigen Bestandszeichnungen bzw. -unterlagen erstellt werden.

Bestandsmodell

Das Bestandsmodell wird in der Regel mit den für die Planung notwendigen Attributen gefüllt. Entsprechend dem BIM-Phasenmodell können die geometrische Genauigkeit, der Detaillierungsgrad, die Informationstiefe sowie die zusätzliche Dokumentation mit fortschreitender Phase anwachsen. Das Bestandsmodell wird idealerweise dynamisch an die wachsenden Anforderungen angepasst.

Bestandsmodell als Grundlage für weitere Planungen

#### 2.5.3.2 Planungs-Modell

Das Planungs-Modell ist ebenfalls ein in BIM-fähiger Software erstelltes Modell. Es dient, wie der Name schon ausdrückt, der Planung des Bauwerks und wird auch als digitaler Zwilling (Digital Twin) bezeichnet, mit dem Ziel: "Erst digital planen, dann real bauen".

Planungs-Modell

Das Planungs-Modell kann zur Plan-Ableitung, Visualisierung, Mengenermittlung sowie Kollisionskontrolle oder Bauablauf-Simulation genutzt werden. Die geometrische und/oder informative Ausprägung orientiert sich an der Planungsphase und kann durch den AG in den AIA vorgegeben werden.

Anwendungen des Planungs-Modells

#### 2.5.3.3 As-built-Modell

Das As-built-Modell ist ein an die Bauausführung angepasstes Modell. Das Planungsmodell wird nach dem Bau mit der Ist-Situation abgeglichen und bei geänderter Ausführung angepasst. Dem Modell bzw. den Bauteilen können weitere zusätzliche Informationen hinzugefügt werden. Es ist auch möglich, dass Attribute, die für den Bau erforderlich waren, in diesem Modell nicht mehr notwendig sind und gelöscht werden können.

As-built-Modell

#### 2.5.3.4 Betreiber-Modell

Das Betreiber-Modell ist ein an die Betriebs- / Nutzungsphase eines Gebäudes oder Bauwerks angepasstes Modell. Dieses Modell wird im Rahmen des Facility Managements (FM) genutzt, beispielsweise für die Flächenermittlung oder Verwaltung und Wartung von Bauteilen (Assets). Es kann mit einer entsprechenden FM-Software gekoppelt werden und dient so als Informations-Lieferant. Darüber hinaus sollte es auch ein "lebendes" Modell sein, das entsprechend durch Änderungen aufgrund von Umbaumaßnahmen oder Umnutzungen im Modell fortgeschrieben wird.

Betreiber-Modell

Dem Modell bzw. den Bauteilen können auch hier weitere zusätzliche Informationen hinzugefügt werden. Es ist zudem möglich, dass Attribute, die für den Bau erforderlich waren, in diesem Modell nicht mehr notwendig sind und gelöscht werden können. Gleiches gilt für Bauteile wie bspw. die im Planungs-Modell enthaltene Bewehrung.

## 2.6 Modelldetails und Modellinformationen

### Modellstruktur

Traditionell war es die Vermessung, die eine 2D-Zeichnung oder ein 3D-Modell lieferte und die eine Identifizierung eines Gebäudeelementtyps und seiner genauen Geometrie ermöglichte. Eine BIM-Vermessung fordert vom Vermesser ein grundlegendes Verständnis dafür, wie das Modell physisch aufgebaut ist (Objektstruktur). Gegenüber der herkömmlichen Vermessung sind durch den Vermesser viel mehr beschreibende Informationen über das Gebäude (Attribute), die ggf. in Zusammenarbeit mit anderen Fachdisziplinen erhoben werden, bereitzustellen.

### Informationsbedarfstiefe und Modellinformationen

Bei der Spezifikation der Anforderungen für eine BIM-Erhebung ist es wichtig für jeden Bereich eines Projekts die Informationsbedarfstiefe des Modells und die anzuzeigenden Modellinformationen zu definieren. Daher ist es bei der Beauftragung einer BIM-Vermessung wichtig, den Unterschied zwischen Modelldetails und Modellinformationen zu verstehen.

### LOIN-Konzept

Gemäß der Arbeitshilfe LOIN-Konzept des BIM-Handbuchs Bundesbau [13] wird die Informationsbedarfstiefe in der Projektvorbereitung definiert. Sie fungiert als grundlegendes Dokument im Planungsprozess mit BIM.

### Grundsätze der LOIN-Definition

Grundsätze der LOIN-Definition eines BIM-Projektes sind:

- *Die LOIN müssen initial durch den AG erstellt werden.*
- *Wurden sie einmal erstellt, können die LOIN in der Regel auch für weitere Projekte in weiten Teilen wiederverwendet werden.*
- *Die LOIN werden als Anhang an die AIA angefügt und stellen ein Leistungssoll für die vertraglich vereinbarten Lieferleistungen dar.*

### LOIN vs. LOD

Der Begriff „Level of Information Need“ wechselt gegenüber dem bisher angewendeten Level of Development (LOD) die Perspektive: Während man bei den LOD vom Fertigstellungsgrad als Eigenschaft des Modells spricht, wird bei den LOIN die Erwartungshaltung (Need) des Informationsbestellers explizit in die Bezeichnung des Standards aufgenommen.

### Geometrischer Detaillierungsgrad (LOG)

Beim geometrischen Detaillierungsgrad (LOG) sind die Dimension, der Lagebezug sowie ggf. die visuelle Repräsentation und das parametrische Verhalten zu beachten. Darüber hinaus müssen die Art der Objektidentifikation (Name, ID) sowie die Art und Struktur der Objektklassifizierung und -attributierung mit dem „Level of Information“ (LOI) festgelegt werden.

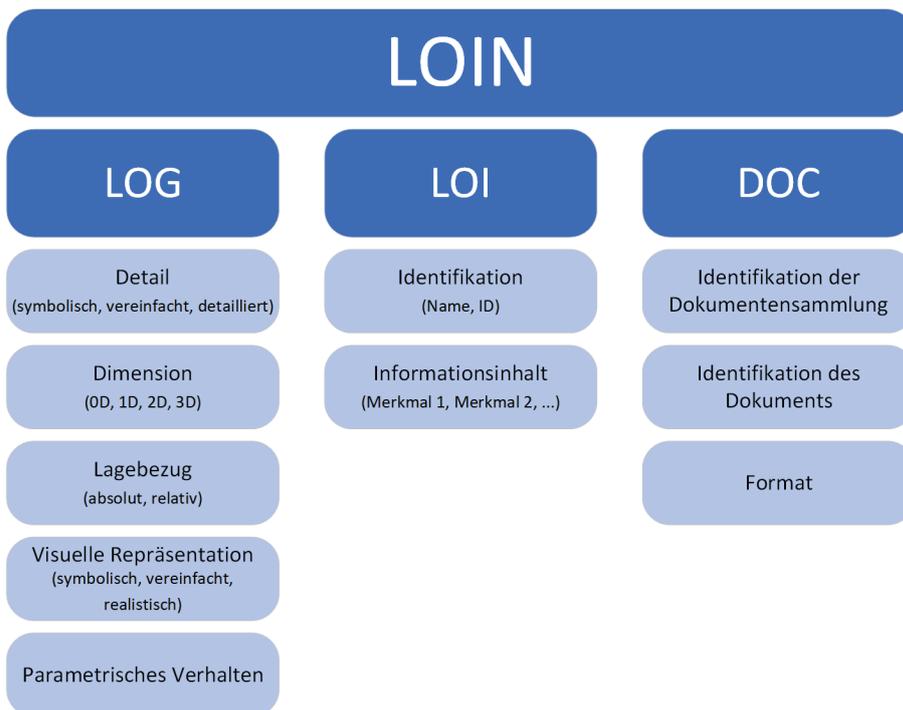


Abb. 5: Struktur der Informationsbedarfstiefe

Der Dokumentationsbedarf (DOC) regelt schließlich den Grad der Detaillierung und den Umfang der (externen) Dokumente, die zusätzlich zum virtuellen Bauwerksmodell geliefert werden müssen. Beispiele sind Raumbücher, Inventarlisten, schriftliche Gutachten, Datenblätter, Handbücher, Fotos oder Detailzeichnungen.

Dokumentationsbedarf (DOC)

Der resultierende Erhebungsumfang ist eine Kombination aus geometrischen Details und Informationen. Er ist als Gesamtinformationsstand gemäß der jeweiligen BIM-Projektphase zu betrachten.

Erhebungsumfang

Die Informationsbedarfstiefe für Vermessungen orientiert sich am Ziel des jeweiligen BIM-Modells, für das die geodätische Datenerfassung durchgeführt wird. Sie kann je nach Anforderung sowohl für das gesamte Modell als auch für einzelne Objekte in den AIA definiert werden.

Informationsbedarfstiefe für Vermessungen

### 2.6.1 Geometrischer Detaillierungsgrad (LOG)

Die Arbeitshilfe LOIN-Konzept des BIM-Handbuchs Bundesbauten [13] beschreibt den geometrischen Detaillierungsgrad wie folgt:

Geometrische Informationstiefe

*Der geometrische Detaillierungsgrad eines Fachmodells oder Modellelements soll mit einer Kurzbeschreibung angegeben werden, bspw. „ausführungsreif“ mit exakten Abmessungen, relevanten Details, Öffnungen, Aussparungen für die Bauausführung oder vereinfachte Volumenkörper mit ungefähren Abmessungen für die Entwurfsplanung.*

## Modellieren von Elementen

Beim Modellieren von Elementen wie Wänden und Säulen, z. B. aus Punktwolken, muss die Art des Gebäudes berücksichtigt werden, z. B. Denkmal oder modernes Büro. Es ist wichtig, sich auf den Interpretations- und Vereinfachungsgrad zu einigen, um die Struktur und die Komponenten des Gebäudes darzustellen. Der Grad der visuellen Vereinfachung, die auf diese verschiedenen Komponenten in einem bestimmten Projekt angewendet wird, wird als geometrische Informationstiefe (Level of Geometry, LOG) bezeichnet.

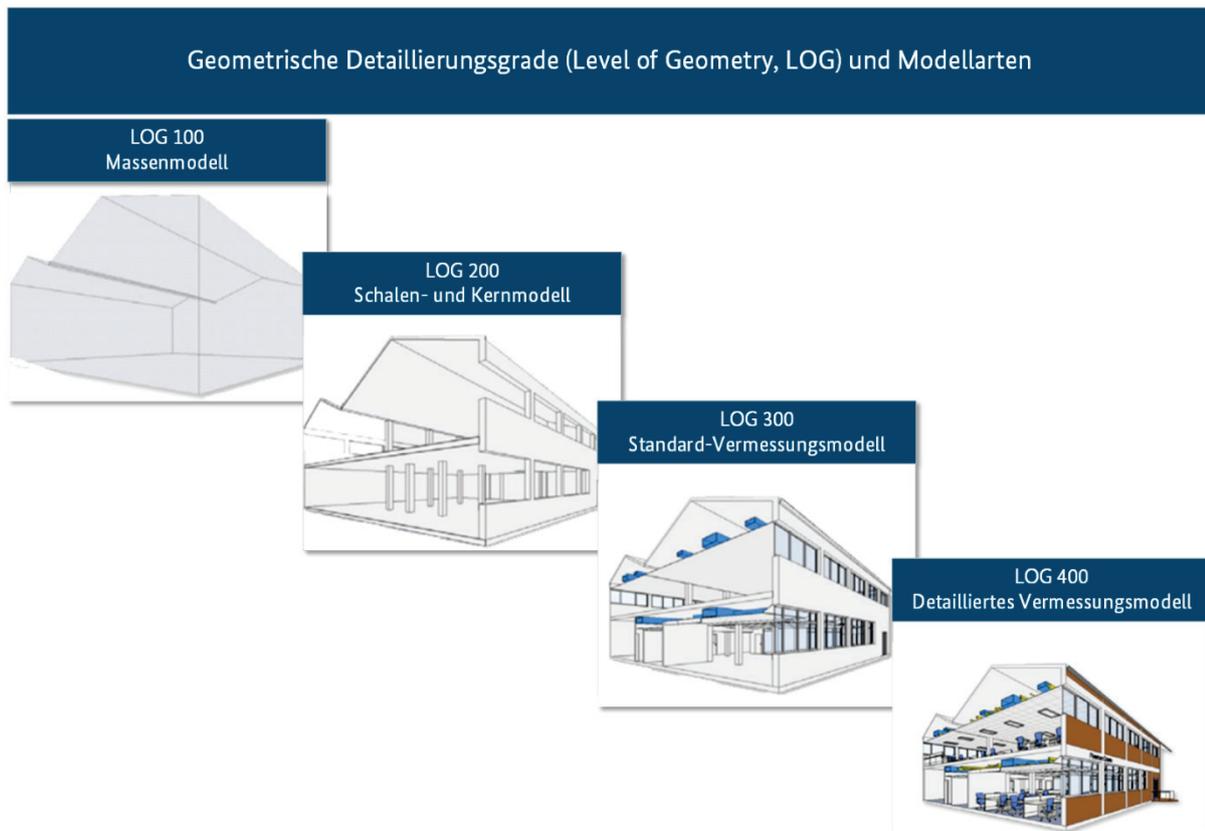


Abb. 6: LOG und Modellarten aus Vermessungsergebnissen

#### Variable Anpassung des LOG im Projektverlauf

Einer der wesentlichen Vorteile von Punktwolken erzeugenden Messverfahren (Laserscanning, Photogrammetrie) besteht darin, dass die Punktwolken jederzeit überprüft und bei Bedarf weitere Informationen extrahiert werden können. Darüber hinaus können in verschiedenen Phasen des Projekts variable Detaillierungsgrade bereitgestellt werden, wodurch eine bedarfsgerechte Anpassung des Modells an die jeweilige Fachaufgabe ermöglicht und Kosteneffizienz hinsichtlich des Modellierungsaufwands gewährleistet wird.

#### LOG von Vermessungsmodellen

In Bezug auf das LOG von Vermessungsmodellen werden in der Praxis vier nachfolgend beschriebene generische Ebenen unterschieden, wobei sich jede Ebene gegenüber der Vorgängerebene schrittweise aufbaut.

Es können auch projektspezifische Detaillierungsgrade zu Projektbeginn vereinbart werden, bis hin zur Bereitstellung separater Strukturelemente, z. B. Architektur- und TGA-Modelle.

#### 2.6.1.1 LOG 100 – Massenmodell

LOG 100 ist ein Umriss des Gesamtmassemodells des Gebäudes, Standorts oder der Struktur, welches vornehmlich für Vorplanungen benötigt wird. Es enthält keine Fenster- oder Türöffnungen, Infrastruktur oder architektonische Details. Bei diesem Modelltyp handelt es sich hauptsächlich um Oberflächenmodellierung. LOG 100 entspricht inhaltlich und strukturell im Wesentlichen einer Vorentwurfszeichnung im Maßstab 1:200 gemäß DIN 1356-1 [37].

LOG 100 - Massenmodell

#### 2.6.1.2 LOG 200 – Schalen- und Kernmodell

Ein LOG 200-Modell enthält wichtige strukturelle Komponenten und Öffnungen im Gebäude, einschließlich Bodenplatten, Säulen, Balken und strukturelle Öffnungen von Türen und Fenstern in einer Grundform.

LOG 200 – Schalen- und Kernmodell

Es werden keine Infrastrukturobjekte, architektonischen Details oder Einrichtungsgegenstände modelliert, und es werden keine Objektklassen erstellt.

LOG 200 ist als Basismodell mit Details gedacht, wie sie typischerweise bei einer 1:100-Vermessung für Entwurfszeichnungen gemäß DIN 1356-1 [37] gezeigt werden.

#### 2.6.1.3 LOG 300 – Standard-Vermessungsmodell

Ein LOG 300-Modell enthält zusätzlich primäre architektonische Details und entspricht inhaltlich im Wesentlichen einer Baubestandszeichnung gemäß DIN 1356-1 [37].

LOG 300 – Standard-Vermessungsmodell

Für Türen und Fenster können Basisklassen erstellt werden, während Hauptstrukturen in Umrissform modelliert werden können. Einbauten und Einrichtungsgegenstände können auf Wunsch des AG in vereinfachter Form modelliert werden.

Im Allgemeinen wird das Modell so weit entwickelt sein, dass es genügend Details aufweist, um Vermessungspläne, Schnitte und Ansichten im Maßstab 1:50 oder 1:100 zu erstellen, vorbehaltlich der Vereinbarung mit dem AG.

LOG 300 gilt als „typischer“ Detaillierungsgrad, der von der Vermessung bereitgestellt wird, sofern keine gegenteilige Anweisung vorliegt.

#### 2.6.1.4 LOG 400 – Detailliertes Vermessungsmodell

Ein LOG 400-Modell enthält zusätzlich detaillierte architektonische und strukturelle Elemente. Infrastrukturobjekte können bei Bedarf modelliert werden, und es kann höhere Detaillierungsgrade für die Objektgeometrie geben.

LOG 400 – Detailliertes Vermessungsmodell

Zusätzliche Details können Sockelleisten, Leitungen und Heizungen oder signifikante Oberflächeneigenschaften umfassen.

Bei Bedarf kann oberhalb von Zwischendecken eine Untersuchung durchgeführt werden. LOG 400 ähnelt der Detaillierung, die typischerweise bei einer 1:50- oder sogar 1:20-Vermessung angezeigt wird, siehe. Kap 3. „Arten und Inhalte von Bauzeichnungen für die Tragwerksplanung (Genehmigungs- und Ausführungsplanung)“ der DIN 1356-1 [37]. Bei Bedarf und nach Absprache vor Projektbeginn können individuelle Struktur-, Architektur- und TGA-Modelle erstellt werden.

### 2.6.2 Informationstiefe (LOI)

Informationstiefe (LOI)

Für jedes erstellte Element (Objekt) im BIM-Vermessungsmodell besteht die Anforderung, bestimmte alphanumerische Informationen zu erfassen.

Da eine Vermessung für die Bereitstellung genauer Informationen über das Gebäude maßgeblich ist, muss bereits durch den Vermessungsdienstleister ein Mindestmaß an Informationen erfasst und in das Modell eingegeben werden.

Die folgende Tabelle zeigt exemplarisch, was auf den verschiedenen Informationsebenen erfasst und eingegeben wird:

Tab. 1: Beispielhafte Inhalte eines BIM-Vermessungsmodells gemäß den Informationstiefen (LOI)

Informationstiefe	Inhalte des Vermessungsmodells
LOI 100	Modellkategorie und Position (nur 2D-Symbol)
LOI 200	Modellkategorie, Position + Größe
LOI 300	Modellkategorie, Position, Größe + Typ
LOI 400	Modellkategorie, Position, Größe, Typ + Visuelle Beobachtungen <sup>1</sup>
LOI 500	Modellkategorie, Position, Größe, Typ, Visuelle Beobachtungs- und/oder FM-Daten

LOI 100, LOI 200 und LOI 300 umfassen alle geometriebasierten Eingaben. LOI 400 kann im Modell aus visuellen Beobachtungen, nach Möglichkeit vor

<sup>1</sup> **Visuelle Beobachtungen** beziehen sich auf spezifische Merkmale des Elements, die mit einfachen, zerstörungsfreien Methoden identifiziert werden können. Diese werden im Regelfall als Attribute zu den Objekten im Modell gespeichert.

Ort, erreicht werden. LOI 500 erfordert den Zugriff auf bereitgestellte Informationen Dritter.

### 2.6.3 Dokumentationsbedarf (DOC)

Neben der geometrischen Detaillierung (LOG), welche die geometrischen Granularitäten der Modelle beschreibt, und der Informationstiefe (LOI) ist ggf. der Bedarf an zusätzlicher Dokumentation zur vollständige Beschreibung des BIM-Projektes, z. B. Datenblätter technischer Objekte oder auch Betriebsanleitungen definiert werden.

Dokumentationsbedarf (DOC)

Zusätzliche Dokumente werden in der Regel nicht direkt in die BIM-Modelle integriert. Vielmehr werden in der Praxis Verweise auf zusätzliche Dokumente als Attribute zu den Objekten in die BIM-Modelle aufgenommen.

Verknüpfung zusätzlicher Dokumente mit den BIM-Modellen

Die Zuweisung von Dokumenten erfolgt in der Regel anhand von Meilensteinen, in denen vorgegeben wird, welche Dokumente wann und in welcher Form zu hinterlegen und wie diese mit dem Modell zu verknüpfen sind.

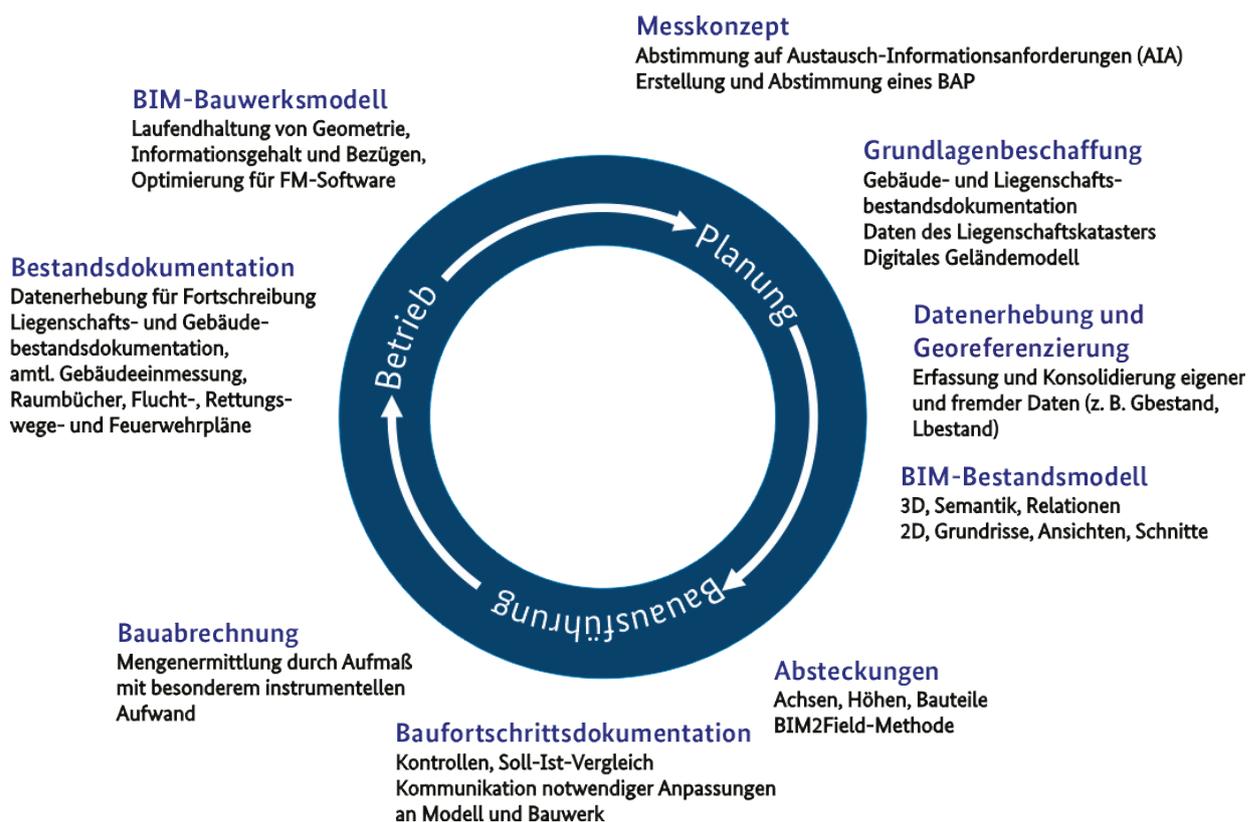


Abb. 7: Vermessung und Geoinformation im Bauwerkslebenszyklus [45]



Im Masterplan BIM für Bundesbauten [8] wird eine dreistufige Einführung von BIM vorgegeben und die für Bundesbauten relevanten Anwendungsfälle<sup>2</sup> diesen Einführungsständen zugeordnet.

Dadurch werden alle Phasen von Planungs-, Bau- und Bewirtschaftungsprozessen BIM-konform abgebildet und die jeweiligen Aufgaben, Akteure, Abhängig- und Verantwortlichkeiten beschrieben.

Nicht alle Anwendungsfälle des Masterplans BIM für Bundesbauten [8] erfordern die Erbringung von Vermessungsleistungen. Deshalb werden sie im folgenden Kapitel hinsichtlich des Bedarfs an vermessungstechnischen Leistungen betrachtet.

## 3.2 Integration von Vermessungsleistungen in die BIM-Prozesse

Anhand der dreistufigen Einführungskonzeption von BIM für Bundesbauten [8] werden nachfolgend die zugeordneten Anwendungsfälle hinsichtlich der Notwendigkeit Vermessungsleistungen zu integrieren eingeordnet.

### 3.2.1 Anwendungsfälle des Level I

Die Anwendungsfälle (AwF) des Level I umfassen inhaltlich im Wesentlichen die Bedarfsplanung sowie die Aufgaben der Planung von Bauwerken und Gebäuden.

Tab. 2: Vermessungsleistungen im Kontext von BIM-Anwendungsfällen des Level I gemäß Masterplan BIM für Bundesbauten [8]

Anwendungsfall (AwF)	Beschreibung	Vermessungsleistung	
AwF 010	Bestandserfassung und -modellierung	✓	Erfassung bzw. Ergänzung des Bestands und Aufbau / Fortführung von BIM-Bestandsmodellen auf der Grundlage vorhandener Bestandsdaten, z. B. BFR LBestand, BFR GBestand
AwF 020	Bedarfsplanung	✗	

<sup>2</sup> Ein BIM-Anwendungsfall beschreibt die Durchführung eines spezifischen Prozesses oder eines Arbeitsschritts unter Anwendung der Methode BIM. Die Umsetzung von BIM-Anwendungsfällen dient der Erreichung von BIM-Zielen.

Anwendungsfall (AwF)	Beschreibung	Vermessungsleistung	
AwF 030	Erstellung von Bau- und Projektunterlagen	✗	
AwF 040	Visualisierung	✓	Unterstützung der Modellerstellung durch terrestrische & UAV-gestützte photogrammetrische Aufnahmen sowie durch TLS-Punktwolken
AwF 050	Koordination der Fachgewerke	✗	Lieferung und Integration eines Bestandsmodells aus AwF 010 für die Erstellung eines Koordinationsmodells
AwF 060	Qualitäts- und Fortschrittskontrolle der Planung	✗	
AwF 080	Ableitung von Planunterlagen	(✓)	auf der Grundlage vorhandener Bestandsdaten, aufgabengerechte Ergänzung des Bestands (BFR LBestand, BFR GBestand, u.a.)
AwF 180	Inbetriebnahme-management	✗	
AwF 190	Bauwerksdokumentation	✓	Erstellung eines As-Built-Modells als Fortführung eines As-Planned-Modells

AwF 010 Bestandserfassung und -modellierung

Der **AwF 010 Bestandserfassung und -modellierung** liefert einen wesentlichen Anteil zu einer sachgerechten Planung von Bauten. Die Planungen werden in der Regel in Bezug zu vorhandenen Objekten auf Liegenschaften des Bundes sowie an die Liegenschaft angrenzender Objekte gesetzt. Dazu sind aktuelle und sachgerechte Bestandsnachweise vorhandener Objekte notwendig. Diese können u. a. aus den Nachweisen der Gebäudebestandsdokumentation gemäß BFR GBestand [22] sowie der Liegenschaftsbestandsdokumentation gemäß BFR LBestand [23] bezogen werden. Bei Bedarf sind

die vorgenannten Bestandsnachweise durch Vermessungsleistungen und deren Modellierung für die Erstellung eines BIM-konformen Bestandsmodells zu ergänzen.

Da Informationen über den Bestand die Grundlage für alle weiteren darauf aufsetzenden Planungsschritte bilden, wird häufig das Bestandsaufmaß bereits beauftragt, bevor der eigentliche Planungsauftrag vergeben wurde. So können die konkreten Anforderungsdefinitionen insbesondere der Planer an die Bestandserfassung in diesen Fällen noch nicht berücksichtigt werden. Ggf. sind deshalb Ergänzungen der Bestandsmodelle im Zuge der späteren Fachplanungen notwendig.

Die **AwF 020 Bedarfsplanung** sowie **030 Erstellung von Bau- und Projektunterlagen** erfordern nur indirekt die Beauftragung von Vermessungsleistungen, wenn eine raumbezogene Darstellung der Planungen erforderlich ist. Eine Aktualisierung der Bestandsdaten kann durch Vermessungsleistungen nach AwF 010 Bestandserfassung und -modellierung oder durch die Festlegung projektspezifischer Unteranwendungsfälle vorgenommen werden.

AwF 020 Bedarfsplanung und AwF 030 Erstellung von Bau- und Projektunterlagen

Der **AwF 040 Visualisierung** ist optional. Eine umfangreiche Visualisierung der Planungen wird in der Regel nur bei großen Baumaßnahmen durchgeführt. Zur Integration der Objektplanungen in den Kontext des Bestands im Projektgebiet können eine vermessungstechnische Bestandserfassung und visualisierungsgerechte Aufbereitung der Ergebnisse unterstützend vorgenommen werden. Die Erstellung eines Bestandsmodells kann alternativ durch den Vermessungsdienstleister oder den Objektplaner, in der Regel bei fortgeschrittener Objektplanung, vorgenommen werden.

AwF 040 Visualisierung

Die modernen Messverfahren des Terrestrischen Laserscannings (TLS) und des mobilen Laserscannings (MLS) sowie auch UAV-gestützte photogrammetrische und Laserscanner gestützte Messverfahren aus der Luft bieten hierzu kostengünstige Möglichkeiten realitätsnahe Bestandsmodelle zu erstellen.

Vor der Verwendung bildgebender Messverfahren, z. B. Laserscanning oder Photogrammetrie, sind vornehmlich auf sicherheitskritischen Liegenschaften, z. B. Bundeswehrliegenschaften oder Liegenschaften der Geheimdienste sowie der Bundespolizei, Genehmigungen zur Anwendung dieser Verfahren einzuholen.

Genehmigungen zur Anwendung bildgebender Messverfahren

Im **AwF 050 Koordination der Fachgewerke** fließen die Ergebnisse des AwF 010, das optionale Bestandsmodell, in das BIM-Koordinationsmodell ein. Eine direkte Erbringung von Vermessungsleistungen ist nicht erforderlich.

AwF 050 Koordination der Fachgewerke

Auch für den **AwF 060 Qualitäts- und Fortschrittskontrolle der Planung** sind Vermessungsleistungen nicht direkt zu erbringen.

AwF 060 Qualitäts- und Fortschrittskontrolle der Planung

Die **Ableitung von Planunterlagen (AwF 080)** erfordert lediglich indirekt zusätzliche Vermessungsleistungen, um das Bestandsmodell sachgerecht als

AwF 080 Ableitung von Planunterlagen

einheitliche raumbezogene Grundlage für die Pläne der einzelnen Fachplanungen in den BIM-Prozess zu integrieren.

AwF 180 Inbetriebnahmemanagement

Im **Inbetriebnahmemanagement (AwF 180)** besteht kein direkter Bedarf an Vermessungsleistungen.

AwF 190 Bauwerksdokumentation

Die **Bauwerksdokumentation (AwF 190)** bildet den Abschluss einer Baumaßnahme. Sie umfasst die Erstellung eines As-Built-Modells als Fortführung des As-Planned-Modells, das auch zur Übergabe an den Betreiber genutzt werden kann [8].

Anforderungen an die Bau- und Bestandsdokumentation

Die Anforderungen an die zu erfassenden und zu dokumentierenden Informationen ergeben sich u. a. aus den Regelungen zur Baudokumentation und zur Bestandsdokumentation gemäß Abschnitt F, RBBau [5] sowie den in den AIA definierten Anforderungen des Betreibers, Bauherrn und ggf. Nutzers. Die Anforderungen an den Inhalt und die Genauigkeit des Bestandsmodells sind bereits frühzeitig festgelegt worden [8].

Ableitung eines As-Built-Modells aus Ausführungsmodellen

In der Regel wird das As-Built-Modell aus den Ausführungsmodellen<sup>3</sup> abgeleitet, und Vermessungsleistungen zur Erstellung eines Bestandsmodells werden nicht benötigt. Werden jedoch hohe Anforderungen an die geometrische Genauigkeit gestellt oder sind Abweichungen des gebauten Gebäudes von den letzten Ausführungsplanungen zu erwarten, wird eine vermessungstechnische Erfassung empfohlen. Sollten sich die hohen Anforderungen an das As-Built-Modell nur auf Teilbereiche des Gebäudes beziehen, können vermessungstechnische Ergänzungen auch für Teilbereiche vergeben werden.

Baubegleitende Erfassung

Da durch Vermessungsverfahren lediglich sichtbare Objekte erfasst werden können, ist bereits vor Baubeginn festzulegen, ob eine baubegleitende Erfassung später nicht mehr sichtbarer Objekte, z. B. Ver- und Entsorgungsleitungen in Zwischendecken oder unter Putz, erforderlich ist. Dabei ist es wichtig, dass die Zeitpunkte der baubegleitenden Erfassungen so festgelegt sind, dass eine bedarfsgerechte Erstellung des As-Built-Modells ermöglicht wird

### 3.2.2 Anwendungsfälle des Level II

Im Level II liegt der Fokus auf der Übertragung der Methode BIM auf die Phasen Ausschreibung und Vergabe sowie die Bauausführung. Dies umfasst die modellbasierte Ableitung von Mengen, Kosten und Leistungsverzechnissen sowie die Weiterführung der modellbasierten Kommunikation und Kollaboration auch während der Bauphase.

---

<sup>3</sup> Als Ausführungsmodell wird ein BIM-Modell mit den Inhalten der Ausführungsplanung bezeichnet.

Die Anwendungsfälle dieses Levels bilden im Wesentlichen die Leistungen des Leistungsbildes der Bauvermessung gemäß Nr. 1.4, Anhang 1 der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI [27]) ab.

Der Fokus der Anwendungsfälle des Levels II liegt insbesondere auf der Nachverfolgung von Baufortschritt, Änderungen, Nachträgen und Mängeln.

Tab. 3: Vermessungsleistungen im Kontext von BIM-Anwendungsfällen des Level II gemäß Masterplan BIM für Bundesbauten [8]

Anwendungsfall (AwF)	Beschreibung	Vermessungsleistung	
AwF 100	Mengen- und Kostenermittlung	✗	
AwF 110	Leistungsverzeichnis	(✓)	Ggf. Berücksichtigung baubegleitender Vermessungsleistungen im LV
AwF 140	Baufortschrittskontrolle und Qualitätsprüfung	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwischenzeitliche Kontrolle der gebauten Geometrie und Abgleich mit dem Ablaufplan (Baufortschrittskontrolle)</li> <li>Bestimmung geometrischer Abweichungen des Ist-Zustands während der Bauphase (Qualitätskontrolle)</li> <li>Baubegleitende Überwachungsmessungen (HOAI, Anhang 1, Nr. 1.4)</li> </ul>
AwF 150	Änderungs- und Nachtragsmanagement	✗	
AwF 170	Abnahme- und Mängelmanagement	✗	

Die Mengen- und Kostenermittlung (**AwF 100**) umfasst die aus den Planungsmodellen der jeweils beteiligten Fachdisziplinen ermittelten Mengen. Eine vermessungstechnische Erfassung von Mengen im Sinne einer Mengenermittlung für die Abrechnung von Baumaßnahmen ist in der Regel nicht erforderlich.

AwF 100 Mengen- und Kostenermittlung

AwF 110 Aufstellung eines Leistungsverzeichnisses

Die Aufstellung eines Leistungsverzeichnisses (**AwF 110**) beinhaltet keine direkten Vermessungsleistungen. Es ist jedoch zu beachten, dass baubegleitende Vermessungsleistungen, z. B. Absteckung der Hauptachsen, Überwachungsmessungen an entstehenden Bauwerken etc., gemäß Nr. 1.4, Anhang 1, HOAI [27] in den Leistungsverzeichnissen berücksichtigt werden. Ebenso ist eine eventuelle baubegleitende vermessungstechnische Erfassung später nicht mehr sichtbarer Objekte, z. B. Ver- oder Entsorgungsleitungen, in das Leistungsverzeichnis aufzunehmen. Für die spezifischen Anforderungen in den Anwendungsfällen nicht vollständig beschriebener Leistungen werden i. d. R. Unteranwendungsfälle definiert.

AwF 140 Baufortschrittskontrolle und Qualitätsprüfung

Durch die im **AwF 140** beschriebenen Leistungen soll sichergestellt werden, dass das geplante Gebäude / Bauwerk zeit- und qualitätsgerecht erstellt wird. Hier bilden vermessungstechnische Leistungen einen wesentlichen Anteil der Datengewinnung.

Messverfahren für die Baufortschrittskontrolle

Für die Baufortschrittskontrolle liefern Punktwolken erzeugende Messverfahren die wesentlichen geometrischen und semantischen Grundlagen. Als Messverfahren kommen das Terrestrische Laserscanning (TLS), das mobile Laserscanning (MLS) sowie terrestrische als auch UAV-gestützte Photogrammetrie zur Anwendung.

Auswertung von Punktwolken zur Baufortschrittskontrolle

Für Aufgaben der Baufortschrittskontrolle werden die aus den Messverfahren erzeugten Punktwolken in der Regel nicht modelliert. Vielmehr werden die erzeugten Punktwolken den Koordinierungs- bzw. Planungsmodellen gegenübergestellt und zeitliche Differenzen im Bauablauf daraus abgeleitet.

Qualitätsmanagement für Bauwerks-/Gebäudegeometrie

Im Zuge des Qualitätsmanagements wird an ausgewählten Stellen des Gebäudes, insbesondere dort, wo verschiedene Gewerke mit hohen Toleranzanforderungen zusammengefügt werden, die gebaute Geometrie (Ist-Geometrie) anhand der Toleranzvorgaben für die Gewerke überprüft. Die dabei einzusetzenden Messverfahren sind so zu wählen, dass die Toleranzvorgaben der Gewerke eingehalten werden. Zur Ableitung der Messunsicherheiten aus den Toleranzvorgaben siehe DIN 18710 Ingenieurvermessung, Teile 1 [39] und 2 [40].

Überwachungsmessungen für Deformationskontrollen

Sind während der Bauphase des Gebäudes Deformationen des Baukörpers zu erwarten, sind diese durch Überwachungsmessungen zu kontrollieren. Die einzusetzenden Messverfahren sind an der Größe der zu erwartenden Deformationen auszurichten, siehe u. a. DIN 18710-4:2010-9 [41]. Ebenso ist der zeitliche Abstand der Messepochen (Messungsintervalle) auf die zu erwartende Geschwindigkeit der geometrischen Veränderung abzustimmen.

Zur Festlegung der zu erbringenden Leistungen wird empfohlen, für die drei Leistungsbilder (Baufortschrittskontrolle, Qualitätskontrolle sowie Überwachungsmessungen) jeweils eigene Unteranwendungsfälle zu beschreiben,

die generelle Vorgaben für die Leistungen beinhalten. Da jedoch die Leistungen individuell an das Gebäude angepasst werden müssen, ist eine detaillierte Festlegung in Zusammenarbeit mit dem Leistungserbringer in einem BIM Ablaufplan (BAP) [16] vorzunehmen.

Die **AwF 150 Änderungs- und Nachtragsmanagement** sowie **170 Abnahme- und Mängelmanagement** beinhalten per se keine Anforderungen an Vermessungsleistungen. Sollte individueller Bedarf an Vermessungsleistungen in diesen Anwendungsfällen erkannt werden, ist dieser im BAP [16] zu beschreiben.

AwF 150 Änderungs- und Nachtragsmanagement und AwF 170 Abnahme- und Mängelmanagement

### 3.2.3 Anwendungsfälle des Level III

Der Schwerpunkt von Level III liegt auf der Digitalisierung weiterer für die Vermeidung von Medienbrüchen in BIM-Projekten essenzieller Prozessschritte. Hierzu zählen die modellbasierte Termin- und Logistikplanung sowie Genehmigungs- und Abrechnungsprozesse.

Tab. 4: Vermessungsleistungen im Kontext von BIM-Anwendungsfällen des Level III gemäß Masterplan BIM für Bundesbauten [8]

Anwendungsfall (AwF)	Beschreibung	Vermessungsleistung
AwF 070	Bemessung und Nachweisführung	✗
AwF 090	Genehmigungsprozess	✗
AwF 120	Terminplanung	✓ <ul style="list-style-type: none"> <li>Integration der baubegleitenden Vermessungsleistungen in den Bauprozess</li> <li>• Turnus für Baufortschrittskontrolle</li> <li>• Ggf. Integration von Kontrollmessungen der Bauwerksgeometrie in Abhängigkeit vom Baufortschritt</li> <li>• Bei Bedarf Ausführung von Überwachungsmessungen</li> </ul>

Anwendungsfall (AwF)	Beschreibung	Vermessungsleistung	
AwF 130	Logistikplanung	✗	
AwF 160	Abrechnung von Bauleistungen	✓	wenn im Bedarfsfall zur Kontrolle der Mengenermittlung ein Aufmaß mit besonderem instrumentellem Aufwand erforderlich ist

AwF 070 Bemessung und Nachweisführung und AwF 090 Genehmigungsprozess

Der **AwF 070 Bemessung und Nachweisführung** sowie der **AwF 090 Genehmigungsprozess** erfordern per se keine Vermessungsleistungen. Lediglich im Zuge von Genehmigungsprozessen (AwF 090) können Vermessungsleistungen nach den individuellen Bauordnungen der Länder für die Erstellung von Lageplänen für Bauanträge notwendig sein. Diese Leistungen sollten im BAP festgelegt werden. Dabei sind die Anforderungen der Bauordnung sowie die spezifischen Vorschriften des amtlichen Vermessungswesens des jeweiligen Bundeslandes zu berücksichtigen.

AwF 120 Terminplanung

Im **AwF 120 Terminplanung** wird die zeitliche Koordination der Gewerke im BIM-Prozess vorgenommen. Dabei sind auch Zeiten für die Durchführung von Vermessungen zu berücksichtigen, um einen ungestörten Messungsablauf erhalten zu können.

Startzeitpunkt und Intervalle der Baufortschrittskontrolle

Für die Baufortschrittskontrolle ist der Startzeitpunkt der Kontrollmessungen in Bezug auf den Bauprozess festzulegen. Ferner ist das zeitliche Intervall zwischen den Messungen sowie Umfang, Struktur und Format der Ergebnisse der Messungen zur Baufortschrittskontrolle zu definieren. Da sich die Anforderungen an die Ergebnisse in der Regel in den BIM-Prozessen wiederholen, sollten diese in den AIA festgelegt werden. Demgegenüber variieren die Zeitpunkte der Messungen individuell zwischen den Bauprojekten. Deshalb sollten die zeitlichen Festlegungen für Baufortschrittskontrollen im BAP verankert werden.

Kontrollmessungen an der Bauwerksgeometrie

Kontrollmessungen an der Bauwerksgeometrie sind ggf. erforderlich, wenn Bauteile in die fertiggestellte Bauwerksgeometrie mit hoher Genauigkeit zusammengeführt werden sollen. Dabei sollten die Messungszeitpunkte der Kontrollmessungen so früh gewählt werden, dass spätere Einbauten noch an die veränderten Rahmenbedingungen angepasst oder abweichende Geometrien des Baukörpers ohne großen Aufwand korrigiert werden können.

Überwachungsmessungen

Überwachungsmessungen während des Bauprozesses sind individuell an die Rahmenbedingungen des Bauprojekts – zu erwartende Deformationen, Geschwindigkeit der Veränderungen, Toleranzgrenzen etc. – anzupassen.

Die Anzahl und Zeitpunkte der Überwachungsmessungen werden in einem individuellen Messprogramm gemäß DIN 18710-4:2010-09 Überwachungsmessungen [41] festgelegt. Jedoch ist der zeitliche Verlauf der Messungen in die Terminplanung des BIM-Prozesses zu integrieren.

Im **AwF 130 Logistikplanung** werden in der Regel keine Vermessungsleistungen erbracht.

AwF 130 Logistikplanung

Die **Abrechnung von Bauleistungen (AwF 160)** erfordert im Bedarfsfall für die Mengenermittlung die Erbringung von Vermessungsleistungen. Dies tritt dann ein, wenn die Mengen zur Bauabrechnung nur noch mit Hilfe von Messverfahren mit einem besonderen instrumentellen Aufwand (Vermessungsinstrumente) sachgerecht bestimmt werden können. Die Rahmenbedingungen für die vermessungstechnische Datenerfassung für Mengenermittlungen werden in den AIA festgelegt. Individuelle Ausprägungen werden in den BAP aufgenommen.

AwF 160 Abrechnung von Bauleistungen

## 4 Rahmenbedingungen für Vermessungsleistungen

Für die Planung der Vermessungsleistungen insbesondere zur Erstellung eines BIM-Bestandsmodells ist es wichtig, dass die Rahmenbedingungen für die Vermessungsleistungen klar beschrieben werden. So wird sichergestellt, dass alle am BIM-Prozess Beteiligte von den gleichen Zielstellungen ausgehen und keine kostenintensiven Ergänzungsmessungen erforderlich sind. Die relevanten Bedingungen für Vermessungsleistungen sollten in den AIA bzw. dem BAP festgelegt sein.

In der Phase der AIA- und BAP-Erstellung ist es unerlässlich, dass die verschiedenen Partner regelmäßig Informationen austauschen. Ferner müssen sie sich auf ein einheitliches Vokabular sowie auch auf einheitliche Prozesse, einschließlich der verschiedenen Abläufe und Ergebnisse, verständigen.

### 4.1 Zweck der Vermessung und Modellierung

Zur Vermeidung von Missverständnissen und unterschiedlichen Erwartungen an Vermessungsergebnisse ist der Zweck der Vermessung und/oder Modellierung festzulegen. Damit wird die Voraussetzung geschaffen, die Spezifikationen für vermessungstechnische Leistungen in den AIA umfassend zu beschreiben. Dabei ist es notwendig, den Eingriff auf den Bestand abzuschätzen, der die BIM-Modellierung bestimmen wird:

Zweck der Vermessung und Modellierung

- Soll eine Modellierung des Bestandsmodells durch den Vermessungsdienstleister erfolgen oder soll dieser lediglich Punktwolken bzw. CAD-Modelle liefern, die als Grundlage für eine BIM-Modellierung verwendet werden können?
- Wird das Modell für ein Umbauprojekt oder für den Betrieb des Gebäudes verwendet?
- Welche Elemente werden betroffen sein?
- Werden Fertig- oder Rohbaumaße gefordert?

- Geht es darum, alle bzw. Teile der Architektur, der Tragwerksstruktur, der TGA-Netzwerke, anderer Installationen und/oder Ausrüstungen zu erfassen und in BIM-Modelle zu überführen?
- Welche Parameter sind für den Datenaustausch zu beachten?
- ...

Strategien für Vermessung und Modellierung

Je nach Anwendungsfall wird eine Strategie festgelegt, sowohl für die Vermessung als auch bei der Modellierung. Wenn der Anwendungsfall nicht im Pflichtenheft definiert ist, sollten Beispiele für mögliche Anwendungen aufgelistet werden, um die Rahmenbedingungen des Projekts festzulegen.

Festlegung des Erfassungsumfangs

## 4.2 Festlegung des Erfassungsumfangs

Bei der Modellierung eines Bauwerks oder eines Gebäudes kann es notwendig sein, die Umgebung mit einzubeziehen (Nachbargebäude, Bäume, Bepflanzungen, Zufahrtswege, Topografie, etc.). Der räumliche Umfang der Erfassung sowie die zu erfassenden Objekte sind bereits am Anfang eines BIM-Projektes festzulegen, damit kostenintensive Ergänzungsmessungen vermieden werden. Je nach den zu vermessenden Elementen und der erforderlichen Genauigkeit können die Daten aus einem geografischen Informationssystem (GIS), wie z.B. der Liegenschaftsbestandsdokumentation gemäß BFR LBestand, oder Nachweisen der Vermessungsverwaltungen stammen und/oder zusätzliche Erfassungen und Bearbeitungen bedingen.

Strukturdefinition des Gebäudes/Bauwerks

## 4.3 Gebäudestruktur

Bei einem bestehenden Gebäude/Bauwerk muss die Struktur definiert und aufgeteilt werden. Die Strukturdefinition erfolgt in der Regel in einheitlichen Objektkatalogen, die auf das individuelle BIM-Projekt anzupassen sind. Festlegungen zur Gebäudestruktur umfassen u.a.:

- Definition und Nomenklatur der Ebenen (1. Stock, Erdgeschoss...), Verwaltung von Halbebenen, Kellern und Dachböden.
- In einem großen Gebäude/Bauwerk ist es auch notwendig, die Nomenklatur der Gebäude/Flügel/... zu definieren, um schnell und genau festlegen zu können, um welchen Teil es sich jeweils handelt.
- Zudem ist festzulegen, ob der Innen- und der Außenbereich eines Gebäudes/Bauwerks auf die gleiche Weise detailliert/vermessen werden soll.

Vermessung unzugänglicher Gebäude-/Bauwerksteile

Die Vermessung, insbesondere der Fassaden und des Daches, kann recht komplex sein, besonders in städtischen Gebieten oder bei vorhandener Vegetation. Da die Sichtbarkeit bzw. Zugänglichkeit der Außenhülle von Gebäuden nicht immer gegeben ist, bietet sich in vielen Fällen eine photogrammetrische bzw. Laserscanner gestützte Erfassung mittels mobiler, unbemannter Trägerplattformen (UAV) an.

Auflistung der Objekte für ein Bestandsmodell

## 4.4 Objektdefinitionen für ein Bestandsmodell

Es ist notwendig, eine projektbezogene Auflistung der Objekte zu erstellen, die direkt durch den Vermessungsdienstleister vermessen werden oder in den zu erfassenden Daten (Punktwolken, Bilder...) vorhanden sein sollen.

Dazu sind Abstimmungen zwischen dem Planer und dem Vermessungsdienstleister vor Ort durchzuführen, die es ermöglichen, alle zu digitalisierenden Räume zu überprüfen sowie die zu erfassenden Objekte festzulegen.

Eine vollständige schematische Darstellung der Ver- und Entsorgungsnetze (Topologie zwischen den Elementen) ist bei einer digitalen Vermessung nicht möglich, da viele Rohre, Kanäle und Kabel in Zwischendecken, Zwischenböden oder in den Wänden verborgen sind und lediglich nur das gemessen werden kann, was sichtbar ist. Eine Ergänzung des Bestandsmodells auf der Grundlage vorhandener Bestandsunterlagen ist zu prüfen. Dazu ist festzulegen, ob dieses eine Leistung des Vermessungsdienstleisters oder des Objektplaners ist.

Erfassung von Ver- und Entsorgungsnetzen

Die topologische Verknüpfung von Schaltstellenobjekten wie Schalter, Steckdosen oder Ventilen mit entsprechenden Verteilerobjekten erfordert eine Ergänzung durch eine Fachperson.

Topologische Verknüpfung von Fachobjekten

Je nach Verwendung des BIM-Modells muss ein umfassender Umfang der zu vermessenden Objekte vertraglich festgelegt werden. Die Umfangsdefinition sollte auf der Grundlage vorab definierter einheitlicher Objektkataloge erfolgen und individuell auf das zu vermessende Objekt angepasst werden.

Vertragliche Festlegung des Objektumfangs

#### 4.5 Behandlung von Zwischendecken und Doppelböden

Die meisten Gebäude besitzen Zwischendecken und/oder Doppelböden, die eine Verlegung von Rohren, Datenleitungen, elektrischen Netzwerken sowie anderen Ver- und Entsorgungsleitungen ermöglichen. Jedoch lassen sich diese „versteckten Objekte“ nicht vermessungstechnisch erfassen, da die Messverfahren die Sichtbarkeit der zu messenden Objekte voraussetzen.

Festlegung der Behandlung von Zwischendecken und Doppelböden

Grundsätzlich ist festzulegen, ob ein zerstörungsfreies Aufmaß (Abbildung von Raumboflächen) oder eine tieferegehende Analyse, z.B. der Tragwerksstruktur, unter Einbeziehung weiterer Fachdisziplinen vorgenommen werden soll.

Es ist deshalb von vornherein zu klären, ob die Zwischendecken und/oder Doppelböden bzw. Revisionsöffnungen geöffnet werden müssen. Es ist festzulegen, ob die Öffnung

Öffnung von Zwischendecken

- **punktuell**, z.B. um die Dicke der Platten zu eruieren, oder
- **allgemein**, z.B. um die gesamten Verläufe der Kabel oder Rohre herauszufinden,

erfolgen soll.

## 5 Genauigkeit und Modellierungstoleranzen

Vor Beginn einer Vermessung müssen alle Parteien ein klares Verständnis der Genauigkeitsanforderungen haben.

klares Verständnis der Genauigkeitsanforderungen

Interpretations- und Modellierungstoleranzen

Zusätzlich zur absoluten Genauigkeit müssen auch die für das Projekt erforderlichen Interpretations- und Modellierungstoleranzen vereinbart werden.

Es ist wichtig, die Unterschiede zwischen Vermessungsgenauigkeit und Modellierungstoleranzen im Kontext bildgebender Messverfahren, z. B. Laserscanning oder Photogrammetrische Messverfahren, und der anschließenden Modellierung eines Gebäudes zu verstehen.

### 5.1 Vermessungsgenauigkeit

Vermessungsgenauigkeit

Als Vermessungsgenauigkeit wird die Genauigkeit der zugrunde liegenden Punktwolkenvermessung verstanden. Die Genauigkeit bezieht sich auf die Annäherung der Vermessungsergebnisse für die Herstellung eines einheitlichen Raumbezugs und der Punktwolke zu ihrer realen Position, siehe Kap. 5 Bestandsvermessung der BFR Verm [24].

Genauigkeitsbeeinflussende Faktoren

In Bezug auf Laserscanvermessungen für BIM-Zwecke kann die Genauigkeit der Laserscanvermessung durch eine Reihe zugrunde liegender Faktoren beeinflusst werden, wie z. B. die Genauigkeit des Festpunktnetzes, die Genauigkeit der jeweils verwendeten Instrumente oder die Genauigkeit des Registrierens (Verknüpfens) der einzelnen Laserscans mit dem Festpunktfeld oder mit lokalen Verknüpfungspunkten. Anforderungen zur Vermessungsgenauigkeit, auch für Laserscanaufnahmen, sind in den BFR Verm [24] definiert.

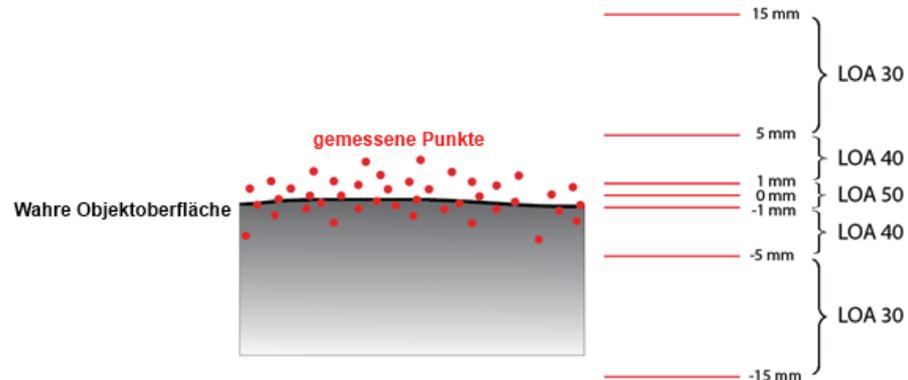


Abb. 9: Vermessungsgenauigkeit gemäß den Level of Accuracy (LOA)-Definitionen des U.S. Institute of Building Documentation [47]

Festlegung der erforderlichen Vermessungsgenauigkeit

Die erforderliche Vermessungsgenauigkeit lässt sich entsprechend aus dem Maßstab der Planausgabe, welche als Zielvorgabe in den LOIN-Stufen angegeben werden sollte (siehe Kapitel 2.6), ableiten.

Die einzuhaltende Vermessungsgenauigkeit in Bezug auf die Anschlusspunkte im einheitlichen Koordinatenreferenzsystem lässt sich aus der Kartiergenauigkeit<sup>4</sup>  $\sigma_k$  für einen eindeutig identifizierbaren Punkt im Plan und dem Planmaßstab  $M = 1:m$ , ableiten.

<sup>4</sup> Die Kartiergenauigkeit ist das Maß, welches mit üblichen Mitteln gerade noch ausmessbar und auf einer Karte zu unterscheiden ist. Sie beträgt 0,15

$$\sigma_P = \frac{\sigma_k}{M} = \sigma_k * m$$

Für die gebräuchlichen Planmaßstäbe gebäudebezogener Planausgaben ergeben sich dann nachfolgend aufgeführte Anforderungen an die vermessungstechnischen Punktgenauigkeiten  $\sigma_P$ .

Tab. 5: Beispiele für geforderte vermessungstechnischen Punktgenauigkeiten

Planmaßstab	Einzuhaltende Punktgenauigkeit in mm
1:20	6
1:50	15
1:100	30
1:200	60

## 5.2 Modellierungstoleranzen

Die gebäude- bzw. bauwerksbezogenen BIM-Modelle stellen eine Annäherung an die reale Situation vor Ort dar. So müssen auch bei vermessungstechnisch erfassten Modellen Abweichungen gegenüber der realen Geometrie in Kauf genommen werden.

Modellierungstoleranzen

### 5.2.1 Interpretation der Daten

Nachdem die zugrunde liegende Genauigkeit der Punktwolke ermittelt wurde (siehe 5.1), muss anschließend die Interpretation von Wänden und anderen Gebäudekomponenten anhand der Punktwolkendaten geprüft werden. Aufgrund der Beschaffenheit des Datensatzes erstellt der Vermessungsdienstleister Strukturen und Komponenten, die am besten zur Punktwolke passen, und rundet die Messungen auf eine einheitliche Genauigkeit, z. B. auf die nächsten 5 mm.

Interpretationsgenauigkeit

### 5.2.2 Abweichungen der realen Geometrie vom Modell

Es müssen die Abweichungen von Wänden, Böden, Decken und anderen ebenen Oberflächen nachvollzogen werden, wobei zu berücksichtigen ist, inwieweit ihre modellierte Ausrichtung in Beziehung zu den Scandaten in allen X-, Y- und Z-Achsen steht.

Modellabweichungen

---

bis 0,20 Millimeter, wenn mit einem präzisen Maßstab mit genügend feiner Maßstabsteilung gearbeitet wird.

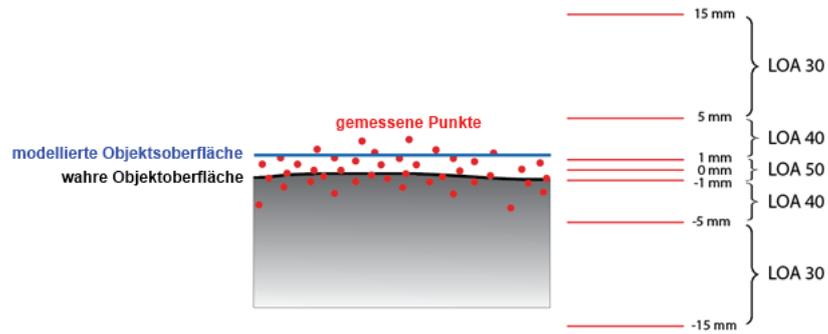


Abb. 10: Modellabweichungen von der realen Geometrie gemäß den LOA-Definitionen des U.S. Institute of Building Documentation [47]

Festlegung der Toleranzgrenze für Modellabweichungen

Die effektivste Methode, mit solchen Abweichungen umzugehen, besteht darin, die maximale Toleranz festzulegen, um welche die Punktwolken-daten von der interpretierten Endfläche abweichen dürfen, bevor weitere Maßnahmen ergriffen werden.

Toleranzen für die Kollisionsprüfung

Im Kapitel 8 Modellstruktur und Modellinhalte der Arbeitshilfe Muster-AIA des BIM-Handbuches für Bundesbauten [15] werden beispielhaft Toleranzen für die Kollisionsprüfung aufgeführt.

Tab. 6: Beispiel für festgelegte Toleranzen für die Kollisionsprüfung [15, S. 60]

Projektphase	Toleranz	Anwendbar für
2	10 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kollisionen zwischen Architektur und Raumbedarf der TGA</li> <li>Durchbrüche werden nur mit dem Raumbedarf der Haupttrassen berücksichtigt</li> </ul>
3	5 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kollisionen zwischen den Modellelementen und Komponenten der Architektur (vorabgestimmt mit Tragwerk), TGA und den Freianlagen</li> <li>Berücksichtigung aller Rohre und Durchbrüche mit einem Durchmesser ab 5 cm</li> </ul>

Festlegung aufgabenbezogener Toleranzen

Jedoch wird in der Arbeitshilfe Muster-AIA [15] darauf hingewiesen, dass für die jeweilige Aufgabenstellung die Toleranz in den AIA festzulegen und im BAP verifiziert werden müssen.

In der Vermessungspraxis werden auch folgende Toleranzstufen verwendet:

Tab. 7: Toleranzstufen aus der Vermessungspraxis

Toleranzniveau	Toleranz der Modelldaten gegenüber der Punktwolke
Gering	60mm
Mittel	30 mm
Hoch	15 mm

Weichen Modell und Punktwolke stärker ab, als es die Toleranz erlaubt, sind die entsprechenden Objekte im Modell zu kennzeichnen, z. B. durch ein zusätzliches Attribut zur Toleranzeinhaltung. Das Vorgehen bei Nichteinhaltung der Toleranz ist bereits zu Beginn des Projekts festzulegen und in den AIA bzw. dem BAP zu beschreiben.

Kennzeichnung von Toleranzüberschreitungen im Modell

Neben der Nichteinhaltung der vorgegebenen Toleranz sind auch die Abweichungen durch Maße zu belegen.

Maßliche Belegung von Toleranzüberschreitungen

Um die nichtplanaren (unebenen) Merkmale eines Gebäudes in modellierter Form darzustellen, kann es erforderlich sein, komplexere Werkzeuge wie z. B. Massenmodellierung anstelle eines einfachen planaren Wandelements zu verwenden. Dies muss vor Durchführung der Vermessung mit dem AG vereinbart werden.

Festlegungen zur Modellierung nichtplanarer Objektoberflächen

## 6 Georeferenzierung

Die kollaborative Arbeitsweise im BIM setzt voraus, dass die Modelle der beteiligten Fachdisziplinen sich räumlich fehlerfrei miteinander verknüpfen lassen. Dazu ist die Festlegung einer einheitlichen Georeferenzierung für alle Modelle unerlässlich.

Eine umfassende Darstellung der Grundlagen der Georeferenzierung kann der **Handreichung Georeferenzierung von BIM-Modellen, Grundlagen der Georeferenzierung** [7] entnommen werden. Deshalb werden im Folgenden nur die wesentlichen Arbeitsschritte zur Georeferenzierung von BIM-Modellen dargestellt und auf die weiterführende Literatur verwiesen [7, 28, 29, 45, 46].

Handreichung Georeferenzierung von BIM-Modellen

Kenntnis des Koordinatensystems des BIM-Modells

Damit alle in einem BIM-Projekt erzeugten Modelle räumlich einander zugeordnet und ggf. durch Koordinatentransformationen ineinander überführt werden können, ist die Kenntnis des Koordinatensystems jedes Modells<sup>5</sup> erforderlich.

Lokale vs. überregionale Projektkoordinaten

Dabei unterscheidet man grundsätzlich zwischen

- **lokalen Projektkoordinaten**, deren Ursprung (Koordinatennullpunkt) in der Nähe des Objektes liegt und die keinen Maßstab (verzerrungsfrei) aufweisen, und
- **überregionalen Projektkoordinaten (geodätisches Koordinatenreferenzsystem)**, in der Regel Koordinatenreferenzsysteme der Vermessungsverwaltungen, die aufgrund einer kartographischen Abbildung und der Höhe des Projektgebiets einen Verzerrungsmaßstab aufweisen.

Vermessungsdaten können in unterschiedlichen Formaten (z. B. UTM- oder Gauß-Krüger-Koordinaten) geliefert werden. Es ist bei der Bearbeitung darauf zu achten, dass unterschiedliche Koordinatensysteme vor Projektbeginn aufeinander abgestimmt werden bzw. in das Projektkoordinatensystem transformiert werden können. In diesem Zusammenhang ist eine Fachdisziplin übergreifende Abstimmung der Georeferenzierung zu Beginn eines BIM-Projektes unabdingbar.

Im Nachfolgenden wird der Workflow für die Umsetzung einer einheitlichen Georeferenzierung von BIM-Modellen exemplarisch dargestellt. Je nach Anforderung des BIM-Projektes können die Arbeitsschritte von diesem Muster-Workflow abweichen.

### 6.1 Festlegung eines einheitlichen Projektkoordinatensystems

Das Projektkoordinatensystem eines BIM-Projektes dient zur einheitlichen Georeferenzierung der BIM-Modelle. Es können sowohl lokale, verzerrungsfreie Koordinatenreferenzsysteme als auch geodätische, überregionale Koordinatenreferenzsysteme verwendet werden, die aufgrund ihrer Abbildungseigenschaften Verzerrungen<sup>6</sup> aufweisen. I. d. R. werden für BIM-Projekte von Gebäuden lokale, verzerrungsfreie Projektkoordinatensysteme gewählt. Große Infrastrukturobjekte, insbesondere Verkehrswege oder auch überregionale Ver- und Entsorgungsleitungen, werden überwiegend in

---

<sup>5</sup> Gemäß DIN EN ISO 19111:2019-12, Geoinformation - Koordinatenreferenzsysteme [42] werden Koordinatenreferenzsysteme, zusammengesetzt aus einem Koordinatensystem und einem geodätischen Datum zur einheitlichen Beschreibung der Georeferenzierung angewendet. Im Umfeld von BIM hat sich der Begriff „Projektkoordinatensystem“ für die Georeferenzierung der BIM-Modelle durchgesetzt.

<sup>6</sup> Durch die Abbildung der gekrümmten Erdoberfläche auf eine Ebene werden Strecken in Abhängigkeit von der geographischen Lage maßstäblich verlängert oder verkürzt.

geodätischen Koordinatenreferenzsystemen abgebildet (siehe auch Handreichung Georeferenzierung von BIM-Modellen [7]).

Zur Entscheidungsfindung, ob die Verzerrungen durch die kartographische Projektion und die Höhenreduktion die geometrische Toleranzschwelle des BIM-Projektes überschreiten, kann der lokale Verzerrungsmaßstab und die daraus resultierenden Streckenveränderungen mit dem Online-Berechnungstool „ETRS89/UTM-Projektmaßstab und Planungskoordinatensystem“ [6] für das im amtlichen Vermessungswesen einheitlich verwendete Koordinatenreferenzsystem ETRS89/UTM bestimmt werden.

Die geometrische Toleranzschwelle und das anzuwendende Projektkoordinatensystem sind in Abstimmung mit allen Beteiligten in den AIA bzw. dem BAP festzulegen. Zeitlich muss die Festlegung vor Beginn der Erbringung von Vermessungsleistungen und vor Beginn der Planungen erfolgen.

## 6.2 Festlegung des Projektreferenzpunktes

Über den Projektreferenzpunkt wird der einheitliche Nullpunkt des Projektkoordinatensystems für die BIM-Modelle festgelegt. Über den Projektreferenzpunkt kann die Verschiebung des lokalen Projektkoordinatensystems gegenüber dem überregionalen, geodätischen Koordinatenreferenzsystem angegeben werden. Dazu werden dem Projektreferenzpunkt X- und Y-Koordinaten im lokalen System, i. d. R.  $X=0$  und  $Y=0$ , sowie Koordinaten im amtlichen Koordinatenreferenzsystem, in der Regel ETRS89/UTM-Koordinaten East und North, zugewiesen.

Die Angaben zum Projektreferenzpunkt werden auch dazu verwendet, die Länge der Koordinatenangaben zu verringern. Z. B. weisen EAST-Koordinaten acht Vorkommastellen und North-Koordinaten sieben Vorkommastellen auf. Viele BIM-Autoren-Softwaresysteme sind für die langen Koordinaten nicht ausgelegt. Der Koordinatenbereich sollte vier bis fünf Vorkommastellen nicht überschreiten.

Der Projektreferenzpunkt wird im BAP festgelegt. Er ist allen BIM-Modellen des Projektes zu Grunde zu legen.

## 6.3 Festlegung der Projektreferenzkote

Durch die Projektreferenzkote wird das Null-Niveau aller Höhenangaben in einem BIM-Projekt festgelegt. Dies ist insbesondere für die Planung und den Bau von Gebäuden wichtig, da sich die Höhenangaben des Gebäudekörpers in der Regel auf die Oberkante des Fertigfußbodens im Erdgeschoss (OKFF EG) beziehen.

Mit der Projektreferenzkote wird dann die Höhe des lokalen Nullniveaus im amtlichen Höhenbezugssystem, gemäß Richtlinie für den einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland [2] dem Deutschen Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016), angegeben.

Die Projektreferenzkote wird im BAP festgelegt. Sie legt das Bezugsniveau für alle auf das Planungs- und Bauprojekt bezogene Höhenangaben fest.

#### 6.4 Festlegung der Rotation (Nordabweichung)

Insbesondere für Planungszwecke von Gebäuden werden durch den Planer die Gebäudemodelle so gedreht, dass die Hauptachse des Modells parallel zu einer Achse des lokalen Koordinatensystems verläuft. Dazu muss der Drehwinkel des lokalen Projektreferenzsystems gegenüber dem globalen, geodätischen Referenzsystem angegeben werden.

Bei der Angabe des Drehwinkels ist zu beachten, dass der Drehwinkel im mathematischen Sinne, also gegen den Uhrzeigersinn, definiert ist. In der Regel wird der Drehwinkel in Dezimalgrad (Altgrad mit dezimalen Nachkommastellen) angegeben. Auch hier ist eine Festlegung im BAP vorzunehmen.

#### 6.5 Schaffung weiterer Passpunkte

Über die Festlegungen zur Georeferenzierung durch den Projektreferenzpunkt (6.2), die Projektreferenzkote (6.3) und der Rotation des Modells gegenüber der Nordrichtung (6.4) hinaus wird die Schaffung weiterer Passpunkte empfohlen. Für die weiteren Passpunkte sind Koordinaten in sowohl im lokalen Projektkoordinatensystem als auch im übergeordneten amtlichen Koordinatenreferenzsystem zu bestimmen. Dadurch lassen sich die Transformationsparameter zwischen beiden Referenzsystemen kontrollieren und Fehler aufdecken.

Weit verbreitet in der Praxis ist die Bestimmung von zwei zusätzlichen Passpunkten, die möglichst am Rand des Projektgebietes und gleichmäßig verteilt angeordnet werden sollten. Die zusätzlichen Passpunkte müssen nicht zwangsläufig neu vermarktet werden. Es lassen sich auch Punkte der LAP Netze gemäß BFR Verm [24] als Passpunkte verwenden.

Ist vor Beginn der Planungen des Baukörpers ein Bestandsaufmaß erforderlich, sollte ein projektbezogenes Passpunktnetz angelegt werden (siehe VB Gebäudevermessung, Modul 1: Vermessungsleistungen für Gebäudebestandsdokumentationen gemäß BFR GBestand [26]) und die Koordinaten der Passpunkte in beiden Bezugssystemen bestimmt werden. Dadurch lassen sich die Transformationsparameter mittels Ausgleichungsverfahren (geodätische Berechnungsverfahren) kontrollieren. Die Art der Nachweise der Berechnungen sind im BAP festzulegen. Die Berechnungsergebnisse sind durch den AN nachzuweisen.

#### 6.6 Festlegung von Transformationsparametern

Damit BIM-Modelle konsistent ineinander überführt werden können oder andere Nachweise von Vermessungsergebnissen, z. B. Punktwolken aus dem Laserscanning, in die Modelle integriert werden können, sind die Transformationsparameter zu bestimmen und für weitere Transformationsaufgaben nachzuweisen.

Bei der Angabe der Transformationsparameter ist wichtig, dass die Richtung der Transformation, z. B. vom globalen, geodätischen Koordinatenreferenzsystem in das lokale Projektkoordinatensystem oder umgekehrt, angegeben wird. Ebenso muss die Drehreihenfolge bei 3D-Transformationen festgelegt sein. Die Anforderungen zu den Angaben für Transformationsparameter sollten in den AIA festgelegt werden.

Die Angabe der Transformationsparameter im IFC-Format variiert mit der verwendeten IFC-Version. Die Möglichkeiten im IFC-Format Transformationsparameter zu beschreiben werden in der Handreichung Georeferenzierung von BIM-Modellen [7] umfassend beschrieben.

## 6.7 Erstellen einer projektbezogenen BIM-Modellvorlage mit Festlegungen zur Georeferenzierung

Nachdem die Parameter der Georeferenzierung durch die AG geprüft wurden, wird empfohlen, eine BIM-Modellvorlage für das BIM-Projekt zu erstellen, die alle zur eindeutigen Georeferenzierung benötigten Angaben (Projektreferenzpunkt, Projektreferenzkote etc.) enthält.

Die georeferenzierte Modellvorlage ist allen BIM-Autoren zu übermitteln und den Fachmodellen zwingend zu Grunde zu legen. Dadurch wird eine konsistente Zusammenführung der unterschiedlichsten BIM-Fachmodelle maßgeblich unterstützt.

## 7 Datenaustausch

### 7.1 Lieferung von Messdaten

Um aus den Daten der Vermessung ein Modell zu erstellen, können verschiedene Erhebungsmethoden verwendet werden sowie verschiedene Verarbeitungsmethoden, die unterschiedliche Arten von Daten erzeugen:

- **3D-Punktwolken:** Die möglichen Quellen sind Laserscanner oder photogrammetrische Verfahren. Diese Punktwolken können:
  - **strukturiert** sein: die Erfassungsgeometrie bleibt erhalten: jede Laserstation bleibt erhalten, einschließlich der Kenntnis welcher Punkt von welcher Position aus erfasst wurde (gilt nur für Laserscanner).
  - **unstrukturiert** sein: die Punktwolken werden in einem einzigen Block gesammelt: die Erfassungsgeometrie geht verloren, aber das ermöglicht dann, eine Aufschlüsselung nach Raum/Etage/Gebäude durchzuführen.
  - **klassifiziert** sein: Für jeden der Punkte kann eine Kennung hinzugefügt und einer Kategorie zugeordnet werden, zum Beispiel: Boden, Wand, Möbel, Vegetation. Diese Klassifizierung kann durch Algorithmen oder manuell durch einen Bediener erfolgen. Diese Klassifizierung erleichtert die Ableitung von Objekten während des Modellierungsprozesses.

Arten und Formen vermessungstechnischer Daten

3D-Punktwolken

- **bereinigt** sein: Bei der Aufnahme können Störobjekte, z. B. sich bewegende Menschen/Tiere im Messraum, miterfasst werden. Bei einigen Materialien (Spiegel, Glas, Wasser, etc.) kann es auch zu Artefakten kommen, die zu Fehlmessungen führen. Diese Messungen können die Modellbildung aus den Vermessungsdaten stören. Der Bereinigungsverfahren besteht darin, alle diese Daten zu eliminieren. Dieser Vorgang wird meist manuell durchgeführt und benötigt deswegen zusätzliche Bearbeitungszeit.

Georeferenzierte Bilder

- **Georeferenzierte Bilder:** diese können direkt für die Modellierung verwendet werden oder als Hilfe für die Objekterkennung in Punktwolken (Bestätigung des Vorhandenseins eines Objekts) genutzt werden.

Punktdaten

- **Punktdaten:** Mit herkömmlichen Messverfahren, wie z.B. einem Tachymeter oder einem GNSS-Receiver, ist es insbesondere bei einfachen geometrischen Gebäudestrukturen möglich, eine umfassende Vermessung der Objekte durchzuführen und bereits bei der Erfassung nach Kategorien zu strukturieren.

Berücksichtigung infrastruktureller Rahmenbedingungen des Auftraggebers

## 7.2 Ausrüstung und Infrastruktur des Auftraggebers

Sobald die Daten gemäß 7.1 erfasst und ggf. aufbereitet sind, müssen sie dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden. Dabei sind die infrastrukturellen Rahmenbedingungen des Auftraggebers zu berücksichtigen.

Art und Umfang der Bereitstellung von Daten

### 7.2.1 Datenspeicherung

Es ist notwendig, Art und Umfang der Bereitstellung von Daten bereits bei der Aufstellung des BAP festzulegen. Messdaten können zur Verfügung gestellt werden:

- auf einem geeigneten Speichermedium, z. B. Festplatte, USB-Stick, das an den Auftraggeber übergeben wird,
- direkt auf dem Server (einer Cloud) des AG,
- über einen Server beim AN. In diesem Fall ist es notwendig, die Dauer des Zugangs zu den Daten zu definieren.

Sicherheitseinstufung der Messdaten

Die Sicherheitseinstufung der Messdaten ist durch den AG vorzugeben und deren Berücksichtigung muss durch den AN bestätigt werden.

IT-Architektur

### 7.2.2 IT-Architektur

Die IT-Architektur des AG und ggf. der beteiligten BIM-Rollen, die die Daten verwenden werden, muss berücksichtigt werden. Hilfestellung für die rollenbezogene Ausstattung von BIM-Arbeitsplätzen gibt die Arbeitshilfe Arbeitsplatzanforderung des BIM-Handbuchs [10].

Tab. 8: Vorschläge zu rollenbezogenen Hardwarespezifikationen gemäß Arbeitshilfe Arbeitsplatzanforderungen [10]

Konfiguration	Basis	Niedrig	Mittel	Hoch
Zielgruppe und Rollen	Gelegentliche bis regelmäßige Nutzung BIM-Viewer/CDE	Regelmäßige Nutzung BIM-Viewer/CDE; gelegentliche Nutzung Modellchecker	Regelmäßige Nutzung BIM-Viewer/CDE sowie Modellchecker; ggf. gelegentliche Nutzung Planungssoftware	Regelmäßige Nutzung Planungssoftware
	BIM-Nutzer; BIM-Management (nur originäre Bauherrenaufgaben)	Aufgabenabhängig: BIM-Management; ggf. BIM-Nutzer	Aufgabenabhängig: BIM-Management; BIM-Gesamtkoordination, BIM-Fachkoordination, BIM-Autoren	Aufgabenabhängig: BIM-Fachkoordination; BIM-Autoren
Gerätetyp	Laptop/Desktop-PC	Laptop/Desktop-PC	Laptop/Desktop-PC	Desktop-PC
Prozessor	I5 (oder AMD-Äquivalent)	I5 (oder AMD-Äquivalent)	I7 (oder AMD-Äquivalent)	I9 (oder AMD-Äquivalent)
Arbeitsspeicher	16 GB	16 GB	32 GB	32 GB–128 GB
Festplatte	256 GB	256 GB	512 GB	≥ 1 TB (ggf. SSD & HDD in Kombination, je nach Bedarf)
Grafikkarte	On-Board	Dediziert (min. 2 GB VRAM)	Dediziert (min. 4 GB VRAM)	Dediziert (min. 8 GB VRAM und diverse Anschlüsse)
Bildschirm (extern)	≥ 24“ (min. Full HD)	2 x ≥ 24“ (min. 2K)	2 x ≥ 27“ (min. 2K)	2 x ≥ 32“ (min. 4K)

Die Eigenschaften der Computerarbeitsplätze, auf denen die Daten verarbeitet werden, sind wichtig:

- **Speicherplatz:** Das Datenvolumen beträgt oft mehrere Dutzend Gigabytes; es ist notwendig, genügend Speicherplatz auf den Rechnern vorzuhalten.
- **Hauptspeichergröße:** Das Laden und Verarbeiten von Daten erfordert eine große Menge an Hauptspeicher, damit die Software die Daten öffnen und verarbeiten kann.

- **Verfügbare Software:** Derzeit gibt es mehrere Softwarepakete, die eine BIM-Modellierung durchführen können. Jede Software hat ihr eigenes internes Datenformat, sowie eine Reihe von Importformaten.

#### Punktwolkenviewer

### 7.2.3 Datenviewer für Punktwolken

Einige Hersteller bieten (kostenlose) Datenviewer zur Visualisierung von Punktwolkendaten an. Diese sind entweder ausführbare Dateien oder Plug-Ins in Webbrowsern, die nicht immer auf allen Betriebssystemen und Browsern verfügbar sind. Die Installation dieser Komponenten ist nicht immer erlaubt, da sie nicht immer konform zu den Sicherheitsrichtlinien des Auftraggebers sind. Da die Viewer insbesondere für die Interpretation von Punktwolken und die Modellierung des Bestandsmodells von großer Bedeutung sind, ist in den AIA festzulegen, ob Punktwolkenviewer erlaubt sind und welche Rahmenbedingungen dafür zu berücksichtigen sind.

#### Bereitstellung vor Ort erfasster Daten

### 7.3 Datenformat

Die Übergabe der vor Ort erfassten Daten kann in verschiedenen Formen erfolgen. Es ist auch hier wichtig, diese in den AIA vertraglich zu vereinbaren. Diese unterschiedlichen Arten der Datenbereitstellung sind:

- Senden von Dateien per Festplatte oder Mail,
- Verteilung über eine Web-Plattform (Cloud) oder
- Zugriff über einen Viewer oder direkte Interaktion in der BIM-Modellierungssoftware.

#### Bilddaten als Dateien

#### 7.3.1 Dateien

Bilddaten werden seit vielen Jahren ausgetauscht und die vorhandenen Formate sind von jeder Modelliersoftware lesbar (tiff, jpeg, png etc.). Abgesehen von der Größe der Dateien und der möglicherweise ungeeigneten Auflösung stellt diese Übertragung kein Problem dar.

#### Punktwolkendateien

Durch Laserscanning oder Photogrammetrie erzeugte Punktwolkendateien werden in der Regel in herstellereigenen Datenformaten ausgetauscht. Derzeit gibt es keine standardisierten Austauschformate für Punktwolken, die sich offiziell durchgesetzt haben.

#### Punktwolkenformat

Wenn der Austausch von Laserscandaten oder auch Punktwolken aus photogrammetrischen Datenerfassungen gewünscht ist, sollten die Austauschformate im BAP festgelegt werden. Festzulegen ist nicht nur das Datenformat, sondern zusätzlich, wie die Punktwolkendateien strukturiert werden, z.B. mit Intensität und/oder Farbe für jeden Punkt. Nicht alle Formate unterstützen alle Verarbeitungen.

#### Umfang einzelner Datenlieferungen

Neben der Festlegung der Austauschformate für Punktwolken sollte der Umfang einzelner Datenlieferungen abgestimmt und vereinbart werden:

- **Lieferung der Gesamtpunktwolke** des aufgenommenen Objektes in einer Datei, oder

- eine Datei pro Station/Standpunkt, oder
- **eine Datei pro Gebiet**, dessen Grenzen vorher festgelegt werden müssen.

### 7.3.2 Webplattform-Viewer

Es ist möglich, die vermessenen Daten über eine Webplattform (RiPANO, LeicaTruView, TrimbleRealworksViewer, potree, etc.) zur Verfügung zu stellen. Diese Lösung hat den Vorteil, dass keine spezielle Software auf AG-Seite installiert werden muss und das Datenvolumen "nicht existent" ist (alles wird in der Cloud gespeichert). Die Dauer der Datenerreichbarkeit und Maßnahmen zur Einhaltung der Datensicherheit müssen jedoch zu Beginn des Projektes festgelegt werden. Einige dieser Plattformen ermöglichen es auch, direkt Messungen vorzunehmen und die Messergebnisse zu speichern.

Webplattform

### 7.3.3 Interaktion zwischen Vermessungsdaten und Modell

Mit einigen BIM-Autorensystemen lassen sich die Daten aus Vermessungen einlesen und dadurch als Anhalt für die Erstellung der BIM-Modelle in der Software darstellen. Die Vermessungsdaten werden dabei nicht im BIM-Modell gespeichert. Der Vorteil dieser Software ist, dass sie einen durchgängigen Workflow von der Messung bis zur BIM-Modellierung ermöglicht. Dazu wird jedoch vorausgesetzt, dass die Daten im richtigen Format übertragen werden und dass die Datenmenge im Hinblick auf die Eigenschaften der IT-Infrastruktur, in der diese Daten ausgewertet werden sollen, angemessen ist.

Anzeigen von Vermessungsdaten in BIM-Autorensystemen

## 7.4 Teillieferung

Das Volumen der zu übertragenden Daten ist oft groß (einige Dutzend Gigabytes). Um sicherzustellen, dass bei der endgültigen Auslieferung alles funktioniert, ist es notwendig, eine (oder mehrere) Teillieferung(en) durchzuführen, um zu testen, dass der AG bzw. andere am BIM-Prozess Beteiligte, die auf die Daten zugreifen, alle erzeugten Daten wiederherstellen können. Teillieferungen müssen bereits am Anfang des Projekts durchgeführt werden, um eventuelle Fehlfunktionen zu erkennen und die Produktionskette für die endgültige Lieferung anzupassen.

Teillieferung zur Kontrolle des Datenaustauschs

## 8 Technik und Arbeitsablauf bei der Erstellung eines BIM-Bestandsmodells

Die effizienteste Methode zur Erstellung eines BIM-Bestandsmodells eines bestehenden Gebäudes oder Bauwerks ist die Nutzung von terrestrischem 3D-Laserscanning (TLS) oder mobilem Laserscanning (MLS) als vermessungstechnische Erfassungsmethoden.

Allerdings reicht das Laserscannen allein nicht aus, um einen vollständigen geometrischen Rahmen für die Vermessung eines Gebäudes oder einer Struktur bereitzustellen oder die für die Interpretation und Erstellung des BIM-Modells erforderliche Informationstiefe bereitzustellen. Der Arbeitsablauf für die genaue Erfassung der Gebäude-/Bauwerksgeometrie und anschließende Modellierung sollte folgende Schritte umfassen:

Arbeitsablauf Erfassung und Modellierung

- Herstellung eines präzisen Rahmenwerks (Festpunktnetzes) zur Georeferenzierung (siehe Abschnitt 8.1) und zur Vermessungskontrolle,
- Hochauflösendes terrestrisches 3D-Laserscanning bzw. mobiles Laserscanning,
- Einsatz photogrammetrischer Verfahren, insbesondere zur Erfassung der äußeren Gebäudekonturen (Fassaden, Dachflächen),
- 360°-Panoramabilder mit hohem Dynamikbereich (optional),
- Berücksichtigung anderer Vermessungsergebnisse, z. B. ergänzendes Handaufmaß zugangsbeschränkter Bereiche,
- Parametrische 3D-BIM-Modellierung und
- Lieferung.

Behandlung von Bereichen ohne oder mit eingeschränktem Zugang

Bereiche ohne oder mit eingeschränktem Zugang können nicht direkt aus den Vermessungsergebnissen modelliert werden. Dies bedeutet, dass wichtige Elemente eines Gebäudes möglicherweise nicht erfasst und daher nicht modelliert werden. In den AIA oder BAP ist festzulegen, wie eingeschränkte Bereiche des Gebäudes/Bauwerks bei der Aufnahme und Modellierung zu behandeln sind.

Projektbezogenes Festpunktnetz

### 8.1 Projektbezogenes Festpunktnetz für die Vermessung

Herkömmliche Vermessungstechniken wie GNSS, Polygonierung mit Totalstationen sowie Nivellements zur Höhenbestimmung werden verwendet, um primär einen genauen Raumbezug für ein Projekt bereitzustellen und die geometrische Kontrolle für die Gebäudegeometrie (Kontrollmessungen in Bezug auf das projektbezogene Festpunktnetz) im Zuge des BIM-Prozesses zu gewährleisten. Dazu sind Festpunkte dauerhaft anzulegen, um diese für zukünftige Kontrollen sowie Fortführungsvermessungen nutzen zu können. (siehe BFR Verm [24], Kapitel 3 Geodätischer Raumbezug und Verfahrensbeschreibung Gebäudevermessung, Modul 1 Vermessungsleistungen für Gebäudebestandsdokumentationen gemäß BFR GBestand [26, Seite 4ff.], Kapitel 4 Raumbezug).

Festlegung des Hauptrasters für das Projekt

Durch die Festlegung und Kontrolle wird das Hauptraster für das Projekt definiert, bei dem es sich um ein Liegenschaftsbezogenes Festpunktnetz [24], ein Netz der Vermessungsverwaltung [2] oder ein lokales Projektraster handeln kann.

Bezugshorizont für Höheninformationen

Alle Höheninformationen verwenden entweder das Deutsche Haupthöhennetz [2] oder ein beliebiges örtliches Datum (lokale Festlegung eines Höhenreferenzniveaus).

Handreichung Georeferenzierung von BIM-Modellen

Ausführliche Erläuterungen zur Georeferenzierung können der **Handreichung Georeferenzierung von BIM-Modellen** [7] entnommen werden.

## 8.2 Laserscanning-Datenerfassung

Laserscanning-Instrumente sammeln hochpräzise Daten mit bis zu 2 Millionen Punkten pro Sekunde sowie mit Punktunsicherheiten eines einzelnen gemessenen Punktes von ca. 1–3 mm. Sie liefern einen umfangreichen und genauen Satz von Messungen in drei Dimensionen, sogenannte Punktwolken. Das Ergebnis ist eine organisierte digitale Darstellung eines Gebäudes oder einer Struktur, die schnell, effizient und genau geliefert wird.

Nach heutigem Stand der Technik werden für die geometrische Erfassung von Bauwerken und Gebäuden statische (TLS) und kinematische (MLS) Verfahren des Laserscannings eingesetzt. Dabei lassen sich die kinematischen Verfahren in Bezug auf die Erfassung der Objektgeometrie flexibler als statische Erfassungsverfahren einsetzen. Dadurch wird zwar der Anteil nicht erfassbarer Geometrien aufgrund von Sichtverdeckungen reduziert, jedoch ist die Messunsicherheit kinematischer Verfahren in der Regel um den Faktor 3–5 schlechter als die Messunsicherheit statischer Messverfahren.

Statische und kinematische Laserscanverfahren

Insbesondere für die Erfassung der äußeren Bauwerksgeometrie, z. B. Fassaden oder Dachflächen, werden zunehmend UAV-gestützte Messverfahren – Structure from Motion (Photogrammetrie) oder airborne Laserscanning – eingesetzt. Die erreichbaren Messunsicherheiten können 3–5 cm betragen. Der Einsatz solcher Systeme ist zwingend mit dem AG abzustimmen.

Structure from Motion (Photogrammetrie) und airborne Laserscanning

Die resultierenden Punktwolkendaten bieten eine sofortige „Point-in-Time“-Datenbank mit Informationen, aus der ein parametrisches 3D-BIM-Modell konstruiert werden kann. Die Datenbank bietet ein Archiv und Aufzeichnungen, auf die während eines Projekts oder für zukünftige Planungen von allen relevanten Interessengruppen jederzeit zugegriffen werden kann.

Punktwolkendaten als Grundlage zur Konstruktion eines 3D-BIM-Modells

Laserscanning ist die bevorzugte Methode der Datenerfassung für die nachfolgende Modellierung, da es Folgendes bietet:

Vorteile des Laserscannings

- schnelle Datenerfassung vor Ort und minimale Unterbrechungen,
- Vollständigkeit der Daten,
- Reduzierung wiederkehrender Besuche vor Ort und
- sofortiges Bestands-Archiv.

### 8.2.1 Punktwolkendichte

Der physikalische Prozess der Erfassung von Laserscanning-Daten weist viele Variablen auf. Ein wichtiger Aspekt ist der Punktabstand der gescannten Punkte auf der Objektoberfläche, mit dem das Scannen durchgeführt wird.

Punktwolkendichte

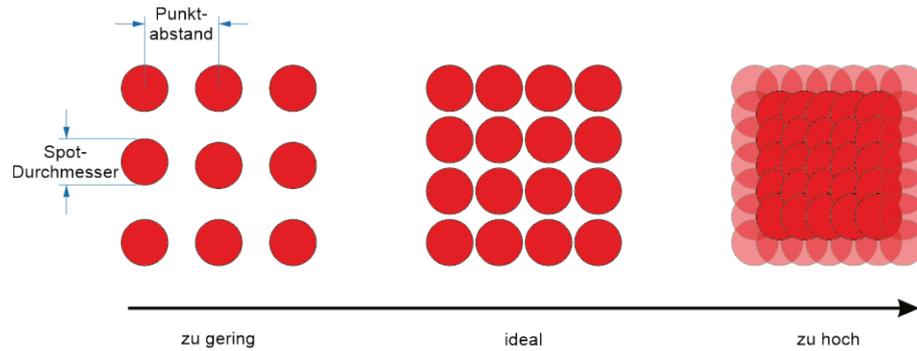


Abb. 11: Punktabstand bei der Laserscanning-Datenerfassung

Zu berücksichtigende Parameter der Laserscan-Datenerfassung

Bei der Laserscanning-Datenerfassung muss ein Gleichgewicht aus folgenden Aspekten erzielt werden:

- **erforderliche Scandichte**, um eine geeignete Identifizierung für Modellierungszwecke zu ermöglichen,
- verfügbare Aufenthaltsdauer für die Datenerfassung,.
- **resultierende Dateigrößen** und die Fähigkeit des AG's große Datensätze zu verarbeiten,
- Mögliche **zukünftige Verwendung der Daten** durch alle Beteiligten und
- erforderliche Scanabdeckung.

Es ist zu beachten, dass für die Erstellung des BIM-Modells keine 100-prozentige Scanabdeckung erforderlich ist (und auch nicht möglich sein wird). Jedoch kann die Minimierung verdeckter Bereiche für andere Beteiligte bzw. spätere Nutzer der Scandaten wichtig sein.

Allgemeine Richtwerte für den Punktabstand

Als allgemeine Richtwerte für den Punktabstand in Punktwolken können die in der folgenden Tabelle dargestellten Werte dienen. Jedoch ist vor der Durchführung einer Vermessung der zu wählende Punktabstand zwischen dem AG und dem Vermessungsdienstleister als AN abzustimmen und im BAP zu vereinbaren:

Tab. 9: Punktabstand der Punktwolken entsprechend der LOG<sup>7</sup>

Modelltyp	LOG	Punktabstand
Massenmodell	1 oder 2	20 mm
Typisches Gebäude	3	10 mm
Denkmalgeschützte Gebäude	4	5 mm

<sup>7</sup> LOG = Level of Geometry gemäß dem LOIN-Konzept für Bundesbauten (siehe 2.6.1)

### 8.2.2 Unzugängliche Bereiche

Bei der Vermessung handelt es sich um eine Sichtlinienteknik, die von den Standortbedingungen, dem Zugang, der Sicherheit usw. abhängt. Daher können eine solche Vermessung und ein daraus abgeleitetes BIM-Modell nicht jede Wandlinie oder jedes Detail genau messen bzw. darstellen. Das betrifft z. B. unzugängliche Bereiche wie Deckenhohlräume, Aufzugsschächte, Schaltanlagen etc..

Obwohl es möglich ist, einen standardisierten Arbeitsablauf für die Erfassung dieser Daten zu entwickeln, muss die Behandlung unzugänglicher Bereiche im Einzelfall geklärt und vor der Angebotserstellung mit dem Auftraggeber vereinbart werden. Auch der sichere und sichtbare Zugang zum Objekt ist vom AG vor der Besichtigung zu veranlassen.

Behandlung unzugänglicher Bereiche

Nicht unmittelbar messtechnisch erfasste Linien und Flächen, wie z. B. Wand-, Boden-, Dach- und Deckenstärken, werden in einem Modell eindeutig als solche gekennzeichnet. Zum Beispiel wird die Außenseite einer Kellerwand in der Regel nicht durch TLS-Messverfahren erfasst.

Kennzeichnung nicht messtechnisch erfasster Objekte

### 8.2.3 Erfassung von Panoramabildern

Das Laserscanning allein liefert nur die genauen geometrischen Informationen, die für den BIM-Modellierungsprozess erforderlich sind. Ein ebenso wesentliches Element in diesem Prozess ist die Erfassung hochwertiger 360°-Panoramafotografien mit hohem Dynamikbereich, um das Erscheinungsbild zu verbessern und die Interpretation der Punktwolkendaten zu erleichtern.

360°-Panoramafotografien

Die Spezifikation der Panoramabilder muss Folgendes umfassen:

Spezifikation der Panoramabilder

- Fotografie mit mindestens 12 Megapixeln pro Bild,
- parallaxenfreie Bilder, wobei das optische Zentrum der Kamera genau am gleichen Punkt liegt wie der Laserursprung des Scanners,
- vollständige Abdeckung des Panoramas (ca. 360° horizontal x 270° vertikal),
- Bilder mit hohem Dynamikumfang und ausgewogener Farbe, um sicherzustellen, dass dunkle Bereiche aufgehellt und helle Bereiche abgedunkelt werden.

### 8.3 Berücksichtigung anderer Vermessungsergebnisse

Der AG kann Basisinformationen bereitstellen, beispielsweise Festpunktfeldbeschreibungen für Anschlusspunkte (u. a. LAP oder LHP gemäß BFR Verm [24]), Auszüge aus der Liegenschaftsbestandsdokumentation, vorhandene 2D-CAD-Bestandszeichnungen (GBestand) oder Informationen zu vorhandener TGA-Infrastruktur.

Bereitstellen von Basisinformationen

Ebenso ist festzulegen, wie Datenerfassungen mit einfachen Methoden (z. B. Handaufmaß) in die BIM-Modelle zu integrieren sind.

Ergebnisse einfacher Messverfahren

Solche Informationen können ggf. als Grundlage oder Hilfsmittel in einem BIM-Modell verwendet werden. Die Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen können jedoch nicht durch den AN garantiert werden.

zusätzliche Messungen

Für die Modellierung können zusätzliche Messungen, insbesondere Höheninformationen, erforderlich sein. Zur Vervollständigung können diese Informationen durch andere Messverfahren aber auch durch Laserscandaten ergänzt werden.

Konsistente Zusammenführung mit dem BIM-Modell

Wichtig für eine konsistente Zusammenführung der externen Vermessungsdaten mit dem BIM-Modell ist die genaue Kenntnis über den Raumbezug (das Koordinatensystem) der externen Daten und der eindeutige Bezug zum Projektkoordinatensystem.

Festlegung der Anforderungen an die BIM-Modellierung

## 8.4 3D-BIM-Modellierung

Dieser Abschnitt soll einen kurzen Überblick über einige wichtige Überlegungen im Zusammenhang mit der BIM-Modellierung bieten. Die detaillierten Prozesse und Methoden sind in Abstimmung zwischen AG und AN bereits am Anfang des Projektes zu definieren. Die Anforderungen werden in den AIA und im BAP festgelegt.

Erstellung des BIM-Bestandsmodells

### 8.4.1 Haftung

Wenn möglich, sollte der Vermessungsdienstleister mit der Erstellung des BIM-Bestandsmodells beauftragt werden, um sicherzustellen, dass die Haftung für das Bestandsmodell bei ihm in einer Hand liegt. Jedoch kann auch eine separate Beauftragung von vermessungstechnischer Erfassung sowie der Erstellung eines Bestandsmodells vorgenommen werden.

Haftung und Verantwortung des Vermessungsdienstleisters

Bei getrennter Beauftragung von Bestandsvermessung und Modellierung des Bestandsmodells ist der Vermessungsdienstleister dann lediglich **verantwortlich und haftbar** für die Geometrie der Vermessungsergebnisse, einschließlich Koordinatensystem, Ursprung und Einheiten. Für die Einhaltung der Modellierungsvorgaben, einschließlich der geometrischen Genauigkeit haftet der Ersteller des Bestandsmodells.

Haftungsausschluss des Vermessungsdienstleisters

Der Vermessungsdienstleister ist **nicht haftbar** und garantiert insbesondere nicht für:

- alle von Dritten bereitgestellte Basiszeichnungen oder Modelle und darauf basierende Informationen,
- alle von Dritten bereitgestellte Metadaten,
- die Identifizierung von tragenden/nichttragenden Wänden oder die Wand/Boden-Konstruktion.

Gesamthaftung für Geometrische Genauigkeit

Sofern der Vermessungsdienstleister das endgültige BIM-Bestandsmodell erstellt, liegt die Haftung für die geometrische Genauigkeit bei ihm und wird nicht zwischen dem AG und dem Vermessungsdienstleister aufgeteilt.

Rechtliche Aspekte des BIM

Umfassende Ausführungen zu rechtlichen Aspekten des BIM sowie Haftungsregelungen können dem Abschnitt 2.5 Geodäsie und BIM – die

rechtlichen Aspekte des Leitfadens Geodäsie und BIM [43, S. 99–105] entnommen werden.

#### 8.4.2 Erstellung des BIM-Modells

Bei der Spezifikation eines endgültigen parametrischen BIM-Bestandsmodells sind viele Überlegungen anzustellen. Die wichtigsten zu berücksichtigenden Elemente zur Erstellung eines BIM-Bestandsmodells sind:

Elemente zur Erstellung eines BIM-Bestandsmodells

- die **Projektphase**, für die das BIM-Bestandsmodell verwendet werden soll,
- die **Informationsbedarfstiefe** (LOIN) des LOIN-Anhangs zu den AIA, einschließlich des zugehörigen Levels of Geometry (LOG), des Levels of Information (LOI) und des Levels of Documentation (DOC) entsprechend den Rahmenvorgaben der Arbeitshilfe LOIN-Konzept [13] des BIM-Handbuchs für den Bundesbau sowie dem individuellen LOIN-Anhang zu den projektbezogenen AIA,
- für jede Komponente, die in das BIM Bestandsmodell aufgenommen werden soll, ist festzulegen, wie sie zu modellieren ist (**parametrische oder nichtparametrische Modellierung**), wie sie visuell dargestellt wird (**Zeichenvorschrift**, z. B. DIN 1356 [37, 38]) und welche **zusätzlichen alphanumerischen Informationen** einbezogen werden,
- **Art und Umfang zusätzlicher Dokumentationen**, die ergänzend zum BIM-Modell für Fachaufgaben benötigt werden, z. B. Festpunktfeldnachweise gemäß BFR Verm [24] oder Protokolle der Registrierung und Georeferenzierung von Punktwolken sowie
- **Nachweise der Genauigkeit des BIM-Bestandsmodells**, z. B. Abweichungen des Modelles von den Punktwolken aus einer TLS-Messung.

#### 8.4.3 Verfahren zur Qualitätsprüfung

Die Qualitätsprüfung für BIM-Bestandsmodelle aus Vermessungsergebnissen kann in einem vierstufigen Prozess erfolgen:

Prozess der Qualitätsprüfung

Tab. 10: Stufen der Qualitätsprüfung

Stufe	Beschreibung
1	Computergestützte Prüfung der Netzmessung und Punktwolkenregistrierung
2	Geometrische Prüfung des endgültigen BIM-Bestandsmodells anhand der Punktwolke und der Basisdaten
3	Integritätsprüfung der BIM-Modellkonstruktion, um eine effiziente und konsistente Konstruktion von Objektklassen (Familien) und Objekten zu gewährleisten

Stufe	Beschreibung
4	Präsentationsprüfung, um sicherzustellen, dass extrahierte 2D-Pläne, Schnitte und Ansichten den erforderlichen Präsentationsstandards entsprechen

Dokumentation und Nachweis der Prüfungen

Die Prüfungen sind durch den AN zu dokumentieren und mit Lieferung der Ergebnisse nachzuweisen.

Mögliche Komponenten der Ergebnislieferung

## 8.5 Lieferung der Ergebnisse aus vermessungstechnischer Erfassung

Endgültige Ergebnisse aus der vermessungstechnischen Erfassung von Gebäuden oder Bauwerken können sich aus Kombinationen mehrerer Komponenten, wie nachfolgend beschrieben, zusammensetzen:

Festlegung des zu liefernden Datenformats für das BIM-Bestandsmodell

### 8.5.1 BIM-Bestandsmodell

Es ist wichtig, dass die im BIM-Projekt zu berücksichtigenden Datenaustauschanforderungen als Standard in den AIA festgelegt werden. In der Regel wird im Bundesbau der Open-BIM-Ansatz verfolgt und der Datenaustausch über die standardisierten Schnitten der Industry Foundation Classes vorgenommen. Die IFC-Version ist in den AIA vorzugeben. Siehe auch BIM Handbuch Bundesbau - Arbeitshilfe Softwareüberblick [18].

Format der Rohscandaten

### 8.5.2 Scandaten

Die Rohscandaten können dem AG in verschiedenen Formaten zur Verfügung gestellt werden, sodass sie nativ in Anwendungen des Bundesbaus verwendet werden können. Das Punktwolkenformat für die Ablieferung der Rohscandaten ist zu Beginn des Projektes im BAP festzulegen.

Festlegungen für Punktwolkendaten

Bevor Punktwolkendaten angefordert werden, ist Folgendes festzulegen:

- der **Grad der erforderlichen Dezimierung** (d.h. Reduzierung oder kontrollierte Verschlechterung der Auflösung),
- Behandlung potenziell großer Dateien,
- **Datenübertragungsmethode**, üblicherweise FTP oder Cloud-basierte Lösungen,
- Geheimhaltungsgrad und Sicherheitstechnische Maßnahmen.

Zugriff auf Punktwolkendaten

### 8.5.3 Kollaborative Punktwolkenbetrachtung

Um allen Beteiligten am BIM-Prozess den Zugriff auf Punktwolkendaten in Echtzeit zu ermöglichen, können die Laserscandaten mit 360°-High-Dynamic-Range-Fotografie, i. d. R. in einer Webumgebung, kombiniert werden.

Dadurch wird es dem Nutzer ermöglicht, einen visuellen Rundgang durch das gescannte Gebäude zu unternehmen. Echtzeit-Werkzeuge ermöglichen es,

- den Blickwinkel auf die Punktwolke zu ändern,
- das Blickfeld zu zoomen,

- in der Punktwolke zu messen und
- die Punktwolke zu untersuchen.

Vorgeschlagene BIM-Planungsmodelle können in die Punktwolkendaten integriert werden, um eine visuelle Analyse des Bauwerks oder Gebäudes zu ermöglichen. Dadurch kann ein wichtiger Beitrag zur Kostensenkung durch Vermeidung mehrfacher Besuche vor Ort geleistet werden.

Integration von BIM-Planungsmodellen in die Punktwolken

Die kollaborative Punktwolkenbetrachtung sollte als Liefergegenstand angegeben werden, da diese Folgendes bietet:

Vorzüge der kollaborativen Punktwolkenbetrachtung

- ein Mess- und Standortuntersuchungstool, um frühzeitig Entscheidungsfindungen ohne teure Software oder hochqualifizierte Bediener zu ermöglichen,
- High-Dynamic-Range-Fotografie von jedem gescannten Standort,
- die Möglichkeit zum Vergleich von „Design“ und „As-Built“,
- Infrastruktur-Management-Funktionen, die geplante Wartungen und Zustandsbewertungen unterstützen und
- die Möglichkeit vorgeschlagene CAD- und BIM-Entwürfe in die Punktwolkendaten zu integrieren, ohne dass der Bestand modelliert werden muss.

## 8.6 Gemeinsame Datenumgebung

In der Arbeitshilfe Softwareüberblick des BIM Handbuchs für Bundesbauten [21] wird die gemeinsame Nutzung individuell erstellter Modelle in einer Common Data Environment (CDE) beschrieben. Ein CDE ist ein gemeinsamer digitaler Raum, der eine einzige Quelle für Projektinformationen bietet und zum Sammeln, Teilen, Verwalten und Verbreiten von Projektdokumenten im gesamten Team verwendet wird. Die Schaffung dieser einzigen Informationsquelle erleichtert die Zusammenarbeit zwischen Projektteammitgliedern und maximiert die Effizienz durch die Durchsetzung eines strukturierten Ansatzes für die Verwaltung von Projektdaten.

Gemeinsame Nutzung individuell erstellter Modelle

Für die Bereitstellung von Vermessungsdaten in der CDE sind die Strukturen, Inhalte und Datenformate und ggf. Prüfverfahren zu Beginn des Projektes zu definieren, welche auf den AIA und den erforderlichen Kontrollen und Genehmigungsmechanismen in wichtigen Phasen basieren. Dadurch wird sichergestellt, dass alle am BIM-Prozess Beteiligte die aktuellsten Projektdaten nutzen, um ihre Fachgebiete zu informieren. Folglich werden die Effizienz verbessert und Risiken und Kosten bei der Erstellung koordinierter Informationen reduziert. Ggf. ist ein eigenständiges Fachmodell Vermessung (BIM-Bestandsmodell) zu definieren.

Bedingungen für die Bereitstellung von Vermessungsdaten in der CDE

Das Eigentum der Informationen innerhalb des CDE verbleibt i. d. R. beim Urheber dieser Informationen. Die Verwendung eines CDE verwaltet die Verteilung dieser Informationen. Die Eigentumsfrage für das Vermessungsmodell ist zu Beginn des Projektes zu klären, siehe auch Eschenbruch, Klaus: Geodäsie und BIM - die rechtlichen Aspekte [44].

Eigentumsfrage für Vermessungsmodell

Speicherort oder die Bereitstellung von Punktwolkendaten

Wenn eine kollaborative Punktwolkenbetrachtung als Liefergegenstand benötigt wird, müssen der Speicherort oder die Art der Bereitstellung dieser Daten festgelegt werden. In der Regel werden Punktwolkendaten vollständig an den AG zum Bereitstellen für die Beteiligten am BIM-Prozess geliefert. Alternativ ist die Vorhaltung und Bereitstellung von Punktwolkendaten durch den AN möglich. Dazu sind die Anforderungen des AG in den AIA zu definieren und die technische Umsetzung durch den AN im BAP festzulegen.

Anforderungen an Rechner und Netzwerk

Für die kollaborative Betrachtung von Punktwolken ist zu beachten, dass Punktwolken im Regelfall hohe Anforderungen an Speicherplatz und Geschwindigkeit sowohl des verwendeten Rechners als auch bei Vorhaltung durch den AN an das Netzwerk stellen.

### 8.7 Datenaustausch und Interoperabilität

Es ist wichtig, den erforderlichen Datenaustausch und die Interoperabilität zwischen den im Projekt verwendeten Softwareprogrammen zu verstehen.

Vereinbarung von Kommunikationsprotokollen

Kommunikationsprotokolle sind von entscheidender Bedeutung und müssen zu Beginn eines Projekts vereinbart werden. Der AN muss sich an die neuesten Standards und Spezifikationen, wie z. B. IFC, halten oder kann bei der Festlegung eines vereinbarten projektspezifischen Datenaustauschs behilflich sein.

Vermessungsspezifische Vorlage für ein BIM-Bestandsmodell

In der Praxis hat sich die Aufstellung einer eigenen vermessungsspezifischen Vorlage für ein BIM-Bestandsmodell bewährt, in der grundlegende Objektarten (Familien), Ansichten und Namenskonventionen definiert sind. Diese sollten, sofern bereits vorhanden, in einem Anhang zu den AIA beschrieben und den Ausschreibungsunterlagen beigefügt werden. Bei Vergabe eines Vermessungsauftrags ist die digitale Bestandsmodellvorlage dem AN zu übergeben.

Grundzüge des Modellaufbaus

Sofern nicht vor Beginn der Vermessung angegeben und vereinbart, sollten die Grundzüge des Modellaufbaus eines BIM-Bestandsmodells in einer Vorlage festgelegt sein, die standardmäßig zu verwenden ist. Die Vorlage kann dann fortgeschrieben werden und an bestimmte Austausch- oder Projektanforderungen angepasst werden.

## 9 Literaturverzeichnis

- [1] AHO-Arbeitskreis "Building Information Modeling". *Leistungen Building Information Modeling - die BIM-Methode im Planungsprozess der HOAI*. Stand: Januar 2019, 1. Auflage. Köln: Reguviv Bundesanzeiger Verlag. AHO-Schriftenreihe. Nr. 11. ISBN 9783846210024.
- [2] Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland. *Richtlinie für den einheitlichen integrierten geodätischen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland*. Rili-RB-AdV, 16. Mai 2017.
- [3] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. *BIM-Ablaufplan (BAP). Muster, Version 1.2.0*. Berlin, 19. Juni 2023.
- [4] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. *Building Information Modeling - BIM im BBR. Austausch- Informations-Anforderungen (AIA) - BIM-Standard BBR Version 1.2*. Berlin, 27. Juni 2023.
- [5] Bundesanstalt für Immobilienaufgaben und Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung. *Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes*. RBBau, 19. Juli 2024.
- [6] Bundesministerium der Verteidigung und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *ETRS89/UTM-Projektmaßstab und Planungskoordinatensystem* [online]. *Online-Berechnungstool zur Berechnung der Maßstabsunterschiede zwischen lokalem und globalem Koordinatenreferenzsystem*. Verfügbar unter: <https://www.bfrvermessung.de/materialien-1/etrs89/utm-projektmasstab-und-planungskoordinatensystem>
- [7] Bundesministerium der Verteidigung und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Handreichung Georeferenzierung von BIM-Modellen, Grundlagen der Georeferenzierung*, Version 1.0.
- [8] Bundesministerium der Verteidigung und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen. *Masterplan BIM*, 09.2021.
- [9] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Anwendungsfallsteckbriefe*, 07.2024. BIM-Handbuch.
- [10] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Arbeitsplatzanforderung*, 24. Juni 2022. BIM-Handbuch.
- [11] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Datenaustausch*, 1. Juli 2023. BIM-Handbuch.
- [12] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Erstellung von Modellierungsvorgaben*, 1. Oktober 2023. BIM-Handbuch.
- [13] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe LOIN-Konzept*, 1. August 2022. BIM-Handbuch.
- [14] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Modellprüfung*, 1. Juni 2023. BIM-Handbuch.
- [15] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Muster-AIA*, 1. August 2022. BIM-Handbuch.

- [16] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Muster-BAP*, 28. Februar 2023. BIM-Handbuch.
- [17] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Rollensteckbriefe*, 1. August 2022. BIM-Handbuch.
- [18] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Softwareüberblick*, 24. Juni 2022. BIM-Handbuch.
- [19] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Vergabekriterien*, 1. Mai 2023. BIM-Handbuch.
- [20] Bundesministerium der Verteidigung, Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *Arbeitshilfe Vertragsgestaltung*, 1. Mai 2023. BIM-Handbuch.
- [21] Bundesministerium der Verteidigung und Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesanstalt für Immobilienaufgaben. *BIM Handbuch. Arbeitshilfe Softwareüberblick*, 06/2022.
- [22] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat und Bundesministerium der Verteidigung. *Baufachliche Richtlinien Gebäudebestandsdokumentation. BFR GBestand*, Juni 2021.
- [23] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat und Bundesministerium der Verteidigung. *Baufachliche Richtlinien Liegenschaftsbestandsdokumentation - Erfassung und Nutzung von Bestandsdaten zu Außenanlagen auf Liegenschaften des Bundes. BFR LBestand*, Februar 2021.
- [24] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat und Bundesministerium der Verteidigung. *Baufachliche Richtlinien Vermessung - Grundlagen für Vermessungsleistungen auf Liegenschaften des Bundes. BFR Verm*, 4. Auflage, September 2018.
- [25] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesministerium der Verteidigung. *Implementierung der Methode BIM für Bundesbauten. hier: Masterplan BIM für Bundesbauten, Benennung der Projekte des vorlaufenden Wirkbetriebs und der wissenschaftlichen Begleitung. BWII1-71000/49#1 - IUD I 1/61-02-05*, 27. Januar 2022.
- [26] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen und Bundesministerium der Verteidigung. *Verfahrensbeschreibung Gebäudevermessung; Modul 1 Vermessungsleistungen für Gebäudebestandsdokumentationen gemäß BFR GBestand*, Version 1.0 vom 2. März 2021.
- [27] Honorarordnung für Architekten und Ingenieure vom 10. Juli 2013 (BGBl. I S. 2276), die zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 88) geändert worden ist. HOAI 2013. In: *Bundesgesetzblatt Teil 1*, 22. März 2023, S. 7. BGBl. 2023 I Nr. 88.
- [28] Clemen, C., R. Becker, R. Kaden und J. Blankenbach. Georeferenzierung. In: DVW E. V. UND RUNDER TISCH GIS E. V., Hg. *Leitfaden Geodäsie und BIM. Version 4 (2024)*. Bühl/München, S. 54-68.
- [29] Clemen, C. und H. Görne. Level of Georeferencing (LoGeoRef) using IFC for BIM. *Journal of Geodesy, Cartography and Cadastre*, 03.2019, 15-20.
- [30] Deutsches Institut für Normung. *DIN EN 17412-1, Bauwerksinformationsmodellierung - Informationsbedarfstiefe. Teil 1, Konzepte und Grundsätze. = Building information modelling - level of information need. Part 1, Concepts and principles*. Deutsche Fassung EN 17412-1:2020. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Juni 2021. Deutsche Norm.
- [31] Deutsches Institut für Normung. *DIN EN ISO 16739-1. Entwurf*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, April 2023. Deutsche Norm.

- [32] Deutsches Institut für Normung. *DIN EN ISO 19650-1, Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) - Informationsmanagement mit BIM. Teil 1, Begriffe und Grundsätze (ISO 19650-1:2019-08)*. Deutsche Fassung EN ISO 19650-1:2019-08. Berlin: Beuth Verlag GmbH, August 2019. Deutsche Norm.
- [33] Deutsches Institut für Normung. *DIN EN ISO 19650-2, Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) - Informationsmanagement mit BIM. Teil 2, Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase (ISO 19650-2:2019-08)*. Deutsche Fassung EN ISO 19650-2:2019-08. Berlin: Beuth Verlag GmbH, August 2019. Deutsche Norm.
- [34] Deutsches Institut für Normung. *DIN EN ISO 19650-3, Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) - Informationsmanagement mit BIM. Teil 3, Betriebsphase der Assets (ISO 19650-:2021-03)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, März 2023. Deutsche Norm.
- [35] Deutsches Institut für Normung. *DIN EN ISO 19650-4, Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieursleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) - Informationsmanagement mit BIM. Teil 4, Informationsaustausch (ISO/DIS 19650-4:2023-06)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, März 2023. Deutsche Norm.
- [36] Deutsches Institut für Normung. *DIN EN ISO 19650-5, Organisation und Digitalisierung von Informationen zu Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) - Informationsmanagement mit BIM. Teil 5, Spezifikation für Sicherheitsbelange von BIM, der digitalisierten Bauwerke und des smarten Assetmanagements (ISO 19650-2021-03)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, März 2021. Deutsche Norm.
- [37] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN 1356-1 Bauzeichnungen, Teil1: Arten, Inhalte und Grundregeln der Darstellung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- [38] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN 1356-6 Technische Produktdokumentation – Bauzeichnungen – Teil 6: Bauaufnahmezeichnungen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- [39] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN 18710-1:2010-09: Ingenieurvermessung – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- [40] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN 18710-2:2010-09: Ingenieurvermessung – Teil 2: Aufnahme*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- [41] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN 18710-4:2010-09: Ingenieurvermessung – Teil 4: Überwachung*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- [42] DIN Deutsches Institut für Normung e.V., *DIN EN ISO 19111:2019-12, Geoinformation\_ - Koordinatenreferenzsysteme*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- [43] DVW e. V. und Runder Tisch GIS e. V. *Leitfaden Geodäsie und BIM. Version 4 (2024)*. Bühl/München. Leitfaden Geodäsie und BIM.
- [44] Eschenbruch, K. Geodäsie und BIM - die rechtlichen Aspekte. In: DVW E. V. UND RUNDER TISCH GIS E. V., Hg. *Leitfaden Geodäsie und BIM. Version 4 (2024)*. Bühl/München, S. 99-105.
- [45] Kaden, R. und C. Clemen. *Applying Geodetic Coordinate Reference Systems within Building Information Modeling (BIM)*. Helsinki, 29. Mai 2017. FIG Working Week 2017.
- [46] Mitchell, J. *User-Guide-for-Geo-referencing-in-IFC-v2.0. "How to Setup Geo-referencing in a Building or Linear Infrastructure Model"*. Version 2.0, 01.2020.
- [47] U.S. Institute of BUILDING DOCUMENTATION. *USIBD Level of Accuracy (LOA) Specification Guide. Version 3.0*, 2019.

- [48] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI 2552 Blatt 1, Building Information Modeling. Grundlagen = Building information modeling : fundamentals*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Juli 2020. VDI-Richtlinien.
- [49] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI 2552 Blatt 10, Building Information Modeling - Auftraggeber- Informations-Anforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP). = Building information modeling - Employers information requirements (EIR) and BIM execution plan (BEP)*. Ausg. deutsch/englisch. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Februar 2021. VDI-Richtlinien.
- [50] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI 2552 Blatt 2, Building Information Modeling - Begriffe. = Building information modeling - terms and definitions*. Entwurf. Berlin: Beuth Verlag GmbH, April 2021. VDI-Richtlinien.
- [51] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI 2552 Blatt 2, Building Information Modeling - Begriffe. = Building information modeling - terms and definitions*. Ausg. deutsch/englisch. Berlin: Beuth Verlag GmbH, August 2022. VDI-Richtlinien.
- [52] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI 2552 Blatt 4, Building Information Modeling - Anforderungen an den Datenaustausch. = Building information modeling - Requirements for data exchange*. Ausg. deutsch/englisch. Berlin: Beuth Verlag GmbH, August 2020. VDI-Richtlinien.
- [53] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI 2552 Blatt 7, Building Information Modeling - Prozesse. = Building information modeling - processes*. Ausg. deutsch/englisch. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Juni 2020. VDI-Richtlinien.
- [54] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI 2552 Blatt 9, Building Information Modeling - Klassifikationssysteme. = Building information modeling - classification systems*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, März 2022. VDI-Richtlinien.
- [55] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI/bs 2552 Blatt 11.1, Building Information Modeling - Informationsaustauschanforderungen zu BIM-Anwendungsfällen. = Building information modeling - information exchange requirements for BIM use cases*. Ausg. deutsch/englisch. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Oktober 2021. VDI-Richtlinien.
- [56] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI/bS 2552 Blatt 11.2, Building Information Modeling - Informationsaustauschanforderungen - Schlitz- und Durchbruchsplanung. = Building information modeling - exchange requirements - slots and openings*. Ausgabe deutsch/englisch. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Juni 2022. VDI/bS-Richtlinien.
- [57] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI/bS 2552 Blatt 11.2, Building Information Modeling - Informationsaustauschanforderungen - Schlitz- und Durchbruchsplanung. = Building information modeling - exchange requirements - slots and openings*. Entwurf. Berlin: Beuth Verlag GmbH, November 2020. VDI/bS-Richtlinien.
- [58] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI/bS 2552 Blatt 11.3, Building Information Modeling - Informationsaustauschanforderungen - Schalungs- und Gerüsttechnik (Ortbetonbauweise). = Building information modeling - exchange requirements - formwork and scaffolding systems (in-situ concrete)*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Juli 2020. VDI/bS-Richtlinien.
- [59] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI/bS 2552 Blatt 11.5, Building Information Modeling - Informationsaustauschanforderungen - Aufzugstechnik. = Building information modeling - exchange requirements - elevator technology*. Entwurf. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Juli 2021. VDI/bS-Richtlinien.
- [60] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI/BS-MT 2552 Blatt 8.1, Building Information Modeling - Qualifikation, Basiskenntnisse. = Building information modeling - qualifications, fundamental knowledge/ Verein Deutscher Ingenieure, buildingSMART ; VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG), Fachbereich Bautechnik*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Januar 2019. VDI/bS-Richtlinien Mensch und Technik.
- [61] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI/bS-MT 2552 Blatt 8.2, Building Information Modeling - Qualifikationen - vertiefende Kenntnisse. = Building information modeling - qualifications - advanced*

- knowledge*. Ausg. deutsch/englisch. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Oktober 2022. VDI/bS-Richtlinien Mensch und Technik.
- [62] Verein Deutscher Ingenieure. *VDI/bS-MT 2552 Blatt 8.3, Building Information Modeling - Qualifikationen - Fertigkeiten*. = *Building information modeling - qualifications - skills*. Entwurf. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Januar 2022. VDI/bS-Richtlinien Mensch und Technik.
- [63] Verein Deutscher Ingenieure und Deutsches Institut für Normung. *VDI/DIN-EE 2552 Blatt 12.1, Building Information Modeling - Struktur zur Beschreibung von BIM-Anwendungsfällen*. Berlin: Beuth Verlag GmbH, Oktober 2022. VDI-Handbuch Building Information Modeling.



# Impressum

## Herausgeber

Bundesministerium der Verteidigung  
Fontainengraben 150  
53123 Bonn

Bundesanstalt für Immobilienaufgaben  
Ellerstraße 56  
53119 Bonn

## Bezugsquelle/Ansprechpartner

Leitstelle BFR Vermessung beim  
Landesamt GeoInformation Bremen  
Lloydstraße 4  
28217 Bremen  
www.bfrvermessung.de  
info@bfrvermessung.de  
Tel +49 (0)421 361-17178

## Gestaltung

Leitstelle BFR Vermessung, Bremen

## Text

Leitstelle BFR Vermessung, Bremen  
in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Fachthemen

## Bildnachweis

Leitstelle BFR Vermessung, Bremen

## Versionsverlauf

Versionsnummer	Datum	Änderungen
1.0	14.07.2025	

## Genderhinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Dokument das generische Maskulinum verwendet. Die Formulierungen gelten gleichermaßen für alle Geschlechter und enthalten keine Wertung.

