

BIM-Handbuch
Arbeitshilfe
Modellprüfung



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	3
1 Einleitung	4
2 Grundinformationen zur Modellprüfung	5
2.1 Arten der Modellprüfung	5
2.2 Software für Modellprüfungen	8
2.3 Prüfregele für die Modellprüfung	9
3 Inhalte der Modellprüfung	11
3.1 Modellprüfung im Projektverlauf	11
3.2 Prüfungen der Fachmodelle seitens der BIM-Fachkoordination	13
3.3 Überprüfung der Informationsqualität der Fachmodelle und Prüfung der Koordinationsmodelle seitens der BIM-Gesamtkoordination	14
3.4 Überprüfung der Informationsqualität der Fach- und Koordinationsmodelle seitens des Auftraggebers (BIM-Management)	16
4 Ausgewählte Prüfungsarten am Beispiel	17
4.1 Übergeordnete Prüfung	17
4.2 Alphanumerische Prüfung	24
5 Prüf- und Qualitätssicherungsberichte	26
5.1 Prüfberichte	26
5.2 Qualitätssicherungsberichte	28
6 Konfliktmanagement und Modellkoordination mithilfe von BCF	29
6.1 Definition und Vorteile des Einsatzes von BCF	29
6.2 Dateiformate und Inhalte	30
6.3 Nutzung von BCF für die Kommunikation zwischen Planungsbeteiligten	31
Impressum	34

Abkürzungsverzeichnis

AIA	Auftraggeber-Informationsanforderungen
AwF	Anwendungsfall
BAP	BIM-Abwicklungsplan
BCF	BIM Collaboration Format
CDE	Common Data Environment
IFC	Industry Foundation Classes
LOIN	Level of Information Need

Für den Bundesbau wird mit der Implementierung des Masterplans BIM für Bundesbauten die Anwendung der Methode Building Information Modeling (BIM) verbindlich vorgegeben. Projekte sollen von der Bedarfs- und Grundlagenermittlung bis zur Fertigstellung und dem anschließenden Betrieb ganzheitlich mit BIM durchgeführt werden. Im Bundesbau wird dafür grundsätzlich der Open-BIM-Ansatz und damit der softwareneutrale Datenaustausch genutzt.

Dieses Dokument richtet sich an **alle Akteure der Wertschöpfungskette Planen, Bauen und Betreiben im Bereich des Bundesbaus**, die sich an BIM-Projekten beteiligen und für die Lieferung qualitätsgesicherter Liefergegenstände bzw. die (Über-)Prüfung ihrer Qualität zuständig sind.

Zur Zielgruppe des Dokumentes zählen dabei insbesondere diejenigen, die die Rollen des BIM-Managements, der BIM-Gesamtkoordination und der BIM-Fachkoordination in Bundesbauprojekten ausüben.

Ziel dieser Arbeitshilfe ist es, heutige **Möglichkeiten und erforderliche Rahmenbedingungen für eine informationsorientierte Modellprüfung** zusammenzutragen. Das vorliegende Dokument beantwortet hierfür primär die Fragen,

- was unter der Modellprüfung zu verstehen ist,
- wann und von wem sie im Projektverlauf ausgeübt wird,
- welche Arten der Modellprüfung es gibt und welche Inhalte dadurch geprüft werden,
- wie die Ergebnisse der Modellprüfung zu dokumentieren sind,
- welche Datenformate und Softwaretypen dafür eingesetzt werden können und
- wie die Modellprüfung in den Projektverlauf integriert werden kann.

Das Dokument steht dabei im engen Zusammenhang mit den Arbeitshilfen Datenaustausch, LOIN-Konzept, Rollensteckbriefe und Softwareüberblick. Des Weiteren wird auf die Arbeitshilfen Muster-AIA und Muster-BAP verwiesen.

Grundinformationen zur Modellprüfung

Arten der Modellprüfung

In den Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) und deren LOIN-Anhang (Level of Information Need (LOIN)) werden die Anforderungen bezüglich der Qualität, Quantität und Detailtiefe der BIM-Modelle beschrieben. Da die AIA in BIM-Projekten Vertragsbestandteil sind, sollte die Erfüllung dieser Anforderungen mithilfe von Modellprüfungen regelmäßig geprüft werden. Qualitätsgesicherte BIM-Modelle gewährleisten einen funktionierenden Daten- und Informationsaustausch und sind Grundvoraussetzung für die Erreichung der im Projekt vereinbarten Anwendungsfälle und BIM-Ziele.

	Geometrisch	Alphanumerisch
Informationsqualität	Lagerichtigkeit Detailierungsgrad Bauteilgranularität Duplikate / Einschlüsse Kollisionen	Objektklassifizierungen Informationsgrad (Attributierung) Attributmapping Datentypen / Einheiten Vollständigkeit der Verknüpfungen
Planerische Qualität	Profile / Querschnitte Anschlüsse / Verbindungen Toleranzen Mengensicherheit Regelkonformität	Plausibilität Attributwerte Richtigkeit Materialangaben Mengenplausibilität Bauphasen - Plausibilität Vollständigkeit der Dokumente

Abbildung 1: Matrix der Modellprüfung

Die regelmäßige Qualitätsprüfung der Koordinations- und Fachmodelle aller an der Planung Beteiligten ist eine wesentliche Voraussetzung des erfolgreichen Einsatzes der BIM-Methode in Bauprojekten. Die Gewährleistung der Umsetzung der im Projekt vorgesehenen Anwendungsfälle und der damit verbundenen Informationsbedarfe werden von der Qualität der verwendeten BIM-Modelle mitbestimmt.

Wie die Abbildung 1 verdeutlicht, werden im Wesentlichen vier Arten der Modellprüfung unterschieden:

Informationsqualität – Planerische Qualität

Der Schwerpunkt dieser Arbeitshilfe liegt auf **der Prüfung der Informationsqualität**, die primär auf die Prüfung der Konformität zwischen der Planung und der über die AIA geforderten Informationsqualität abzielt. Sie ist abzugrenzen von einer **planerischen Prüfung** zur Bewertung der Entwurfsqualität, bei der z. B. die fachliche Richtigkeit und Plausibilität der Planung und die Einhaltung von Normen und Regelwerken geprüft werden.

Geometrische Prüfung – Alphanumerische Prüfung

Da die BIM-Modelle die geometrische Abbildung der Planung anhand von Modellelementen und damit verknüpften Elementattributen darstellen, kann bei der Prüfung der Informationsqualität und der planerischen Qualität zusätzlich nach **geometrischen und alphanumerischen Modellinhalten** unterschieden werden.

Für die Durchführung der beiden Arten der Modellprüfung können wiederum die beiden folgenden Prüfungsarten unterschieden werden:

- die manuelle, visuelle Prüfung und
- die automatisierte, regelbasierte Modellprüfung.

Eine Methode der Modellprüfung ist die Kollisionskontrolle, bei der geometrische Überschneidungen von Modellelementen geprüft werden. Diese stellt den Mehrwert von automatisierten Modellprüfungen sehr anschaulich dar.

Beispiel:

Eine Kollision von Rohren, wie im oberen Teil der Abbildung 2 dargestellt, wäre wahrscheinlich durch eine visuelle Prüfung entdeckt worden. Doch wenn es sich um viele und sehr geringfügige Kollisionen, wie im unteren Teil der Abbildung 2 dargestellt, handelt, wird der Zeitaufwand und die Fehleranfälligkeit von manuellen Prüfungen schnell deutlich.

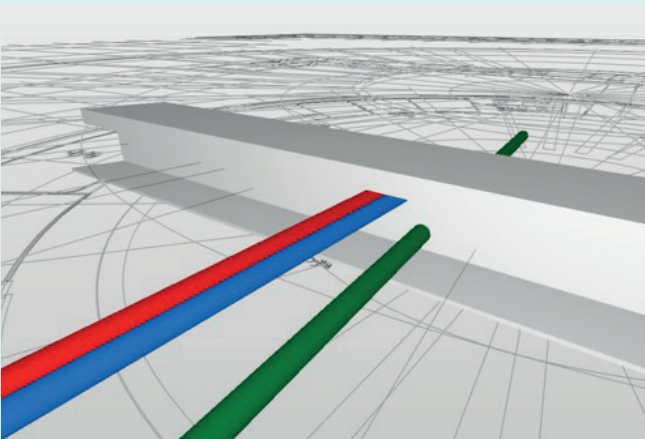


Abbildung 2: Beispiele für Kollisionsprüfungen

Automatische Prüfroutinen liefern bei jeder Anwendung identische Ergebnisse und haben eine höhere Zuverlässigkeit. Allerdings gibt es noch nicht für alle notwendigen Modellprüfungen die Möglichkeit der automatisierten Prüfung, da entsprechende Prüfroutinen noch entwickelt oder Funktionalitäten der BIM-Werkzeuge erweitert werden müssen.

- Nähere Informationen zu den hier vorgestellten Arten der Modellprüfung sind den Kapiteln 3 und 4 dieser Arbeitshilfe zu entnehmen.
- Die Dokumentation und Kommunikation der Prüfergebnisse werden in den Kapiteln 5 und 6 beschrieben.

Für die Durchführung von Modellprüfungen kommen die folgenden Softwaretypen zum Einsatz:

- BIM-Viewer und
- BIM-Modellchecker.

Mit einem **BIM-Viewer** können BIM-Modelle grafisch dargestellt und visuell geprüft werden. Da die meisten BIM-Modellviewer kostenfrei sind, können die Bauverwaltungen, Bauherren, Fachplaner und weiteren Planungsbeteiligten gleichermaßen in den BIM-Planungsprozess eingebunden werden. BIM-Viewer erlauben eine manuelle Prüfung durch visuelle Begutachtung des Modells. Allerdings fehlen den BIM-Viewern die Funktionalitäten zur automatisierten und regelbasierten Modellprüfung, weshalb für eine detaillierte Qualitätssicherung der BIM-Modelle zusätzlich ein Modellchecker benötigt wird.

Mit **BIM-Modellcheckern** lassen sich die geometrischen und alphanumerischen Informationen der BIM-Modelle untersuchen, Massen und Mengen auswerten und Kollisions- und Mängelberichte erstellen. Werden Fehler entdeckt, können daraus resultierende Arbeitsaufträge über das BIM Collaboration Format (BCF) an die jeweiligen Projektbeteiligten übergeben werden.

Weitere Informationen zu BIM-Viewern und -Modellcheckern sind den Arbeitshilfen Softwareüberblick und Arbeitsplatzausstattung zu entnehmen.

Während für die manuelle Prüfung die BIM-Modelle und eine Software zur Darstellung ausreichen, bedarf es bei der automatisierten und regelbasierten Überprüfung zusätzlicher Prüfregeln in computerinterpretierbarer Form für die jeweilige Prüfsoftware. Mithilfe dieser Prüfregeln können geometrische und alphanumerische Informationen in den BIM-Modellen ausgewertet werden, um die Übereinstimmung mit projektspezifischen Planungsprinzipien, Auftraggeberanforderungen oder baurechtlichen Regelungen zu überprüfen. Dabei ist das Einsatzgebiet von Prüfregeln sehr vielfältig. Angefangen bei reinen Attributsprüfungen (z. B.: Ist der Wert zu einem geforderten Attribut im Modell enthalten?), über einfache geometrische Prüfungen (z. B. Gibt es geometrische Überschneidungen zweier Elemente?) bis zu komplexen Prüfregeln (z. B. Wurden die baurechtlichen Regelungen zu den Fluchtweglängen eingehalten?).

Da bisher keine neutrale Prüfregelsprache existiert, ist ein Austausch der Prüfregeln unter den verschiedenen Modellcheckern nicht möglich. Es müssen daher Prüfregeln spezifisch für jedes Softwareprodukt erstellt werden. Für die Nutzung von Prüfregeln gibt es in Abhängigkeit des verwendeten Produkts folgende Möglichkeiten:

- Nutzung programmintern verfügbarer Prüfregeln
- Programminterne Erstellung eigener Prüfregeln
- Einlesen extern erstellter Prüfregeln über Schnittstellen

Sollten im Projekt alle Beteiligten den gleichen BIM-Modellchecker verwenden, können vorhandene und auf das Projekt angepasste Prüfregelsätze der BIM-Fach- und Gesamtkoordination bereits bei der Modellerstellung zur Verfügung gestellt werden und helfen dadurch, Fehler zu vermeiden.

Beispiel für eine Attributsprüfung mit Abhängigkeiten:

Prüfregeln für die Attributsprüfung sind im Grunde einfache logische Abfragen, die mit „Ja/Bestanden“, „Nein/Nicht bestanden“ oder „Nicht geprüft“ beantwortet werden.

„Prüfe, ob die Türöffnungsbreite gleich oder größer als 800 mm ist“.

- Wenn das Fachmodell Informationen über ein „Türobjekt“ mit einer Eigenschaft namens „Türöffnungsbreite“ mit dem Wert „800 mm“ enthält, lautet das Ergebnis „bestanden“.
- Wenn der Wert „750 mm“ lautet, ist das Ergebnis „Nicht bestanden“.
- Wenn das Fachmodell keine Informationen über die Eigenschaft „Türöffnungsbreite“ enthält oder diese unter einem anderen Namen geführt wird, lautet das Ergebnis „Nicht geprüft“.

Eine genaue Übereinstimmung zwischen dem Inhalt der Informationen im Fachmodell und der Prüfregele ist unerlässlich.

Die Prüfung der **Informationsqualität** und der damit verbundenen geometrischen und alphanumerischen Informationen in den BIM-Modellen mit entsprechenden Prüfregele findet bereits Anwendung in der Praxis. Bezüglich der Prüfung der **planerischen Qualität** – auch im Sinne einer Nachweisführung anhand der modellbasierten Planung (siehe auch AwF 070: „Bemessung und Nachweisführung“) – existieren teilweise bereits Analysemöglichkeiten, die den gleichen Ansatz wie die Prüfung der Informationsqualität verfolgen (z. B. Breite von Fluchtwegen, Größe erforderlicher Abstandsflächen). Bezüglich der Überprüfung der Plausibilität von Planungen (z. B. Plausibilität der Werte von Attributen an Modellelementen) bleibt diese Prüfungsart jedoch ein Thema für die Forschung, um einen höheren Abdeckungs- und Automatisierungsgrad erreichen zu können.

Es ist absehbar, dass im Bauwesen mit zunehmender Verwendung von digitalen Modellen die Prüfung der Informationsqualität und planerischen Qualität zunehmende Aufmerksamkeit erhalten wird und sich die Prüfregele kontinuierlich verbessern werden.

Inhalte der Modellprüfung

3

Modellprüfung im Projektverlauf

3.1

Für eine funktionierende Modellprüfung innerhalb eines BIM-Projekts ist die Koordination der Aufgaben unter den Projektbeteiligten von entscheidender Bedeutung. Anzahl, Umfang und Regelmäßigkeit der Modellprüfungen sind im Kapitel „Qualitätssicherung“ in den AIA und fortgeschrieben im BAP festzuhalten (siehe Arbeitshilfen Muster-AIA und Muster-BAP). Prinzipiell kann dabei zwischen einer kontinuierlichen, während des laufenden Projekts vorstatten gehenden Modellprüfung und einer abschließenden Modellprüfung am Ende eines Meilensteins, der oft dem Abschluss einer Leistungsphase entspricht, unterschieden werden.

Der Gesamtprozess der Qualitätssicherung besteht dabei grundsätzlich aus den folgenden drei Schritten, die durch die entsprechenden BIM-Rollen durchgeführt werden:

- Interne Prüfung der Fachmodelle seitens der BIM-Fachkoordination
- Überprüfung der Gesamtplanung seitens der BIM-Gesamtkoordination
- Überprüfung der Gesamtplanung seitens des Auftraggebers (BIM-Management)

Die Aufgaben der drei aufgeführten Rollen im Zusammenhang mit der Modellprüfung werden in den Kapiteln 3.2 bis 3.4 näher erläutert.

Der Ablauf einer Modellprüfung im Projektverlauf mit der Darstellung der Verantwortlichkeiten einzelner BIM-Rollen wird anhand des nachfolgenden Prozessdiagramms dargestellt.

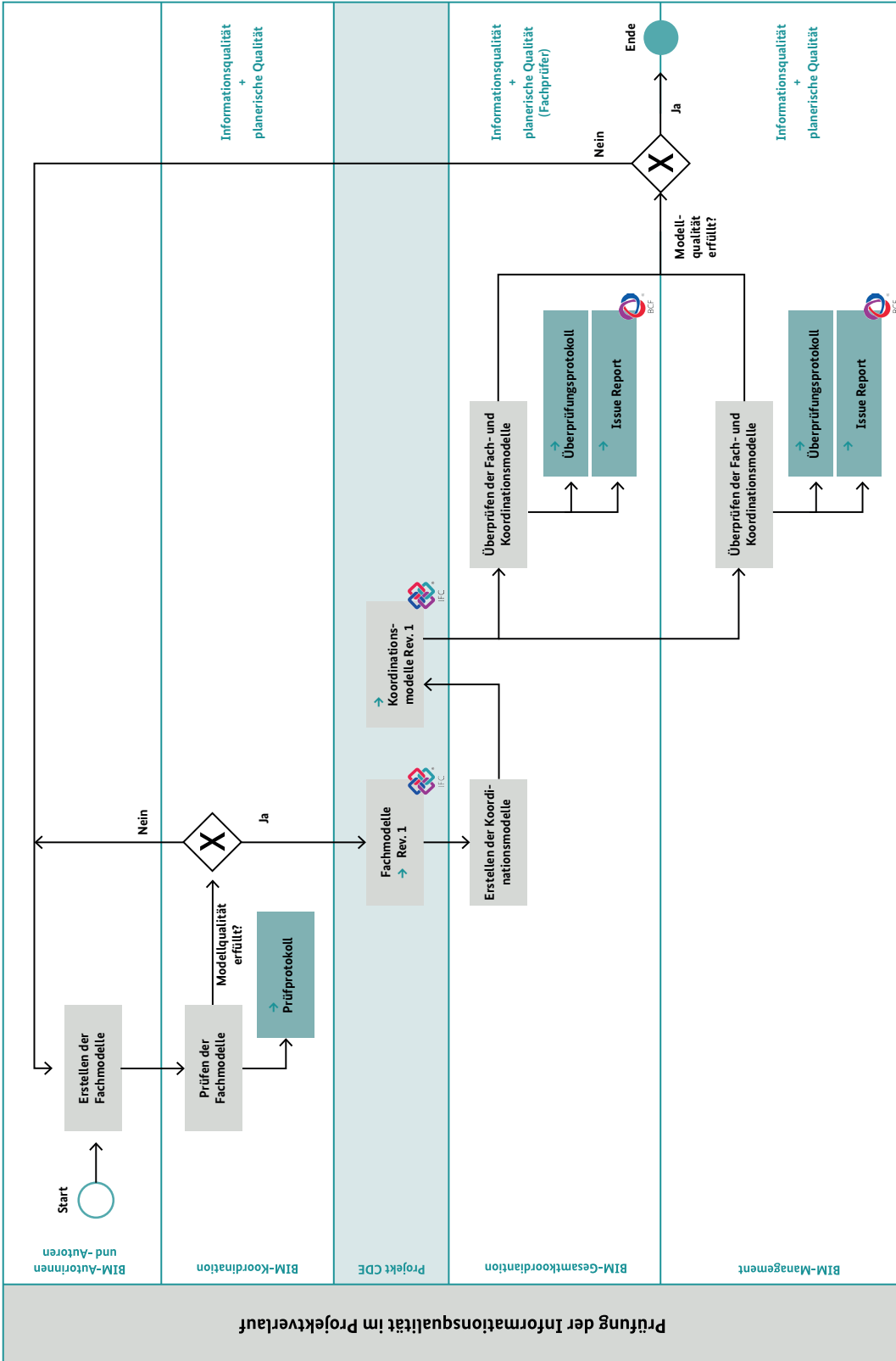


Abbildung 3: Modellprüfung im Projektverlauf

Prüfung der Fachmodelle seitens der BIM-Fachkoordination

3.2

Die BIM-Fachkoordination hat die eigenen BIM-Fachmodelle auf ihre Qualität zu prüfen und auf der CDE bereitzustellen.

Wesentliche Punkte der Qualitätsprüfung durch die BIM-Koordination sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Prüfungskategorie		Prüfungsinhalt	Durchführung
Formal	Übergeordnete Prüfung	IFC-Modell bereitgestellt	Visuell, CDE
		Natives Modell bereitgestellt (falls gefordert)	Visuell, CDE
		Namenskonvention der IFC-Datei eingehalten	Visuell, CDE
Geometrie	Fachmodell-spezifische Prüfung	Lokale Koordinaten lagerichtig	Regelbasiert, Modellchecker
		Koordinationskörper vorhanden und richtig positioniert	Regelbasiert, Modellchecker
		Projektraster vorhanden und richtig positioniert	Visuell, BIM-Viewer
		Modellgrenzen richtig gezogen	Visuell, BIM-Viewer
		Geometrische Detaillierungsgrade eingehalten	Visuell, BIM-Viewer
		Teilmodelle richtig gegliedert	Visuell, BIM-Viewer
		Geschossweise modelliert	Regelbasiert, Modellchecker
		Geschosshöhe eingehalten	Regelbasiert, Modellchecker
		Modellinhalt richtig gefiltert/bereinigt (Datensparsamkeit)	Visuell, BIM-Viewer
	Kollisionsprüfung innerhalb eines Fachmodells	Doppelte und ineinander liegende Modellelemente innerhalb eines Fachmodells	Regelbasiert, Modellchecker
Überschneidungen innerhalb eines Fachmodells		Regelbasiert, Modellchecker	
Überschneidungen mit dem Bestand (falls vorhanden)		Regelbasiert, Modellchecker	
Alphanumerik	Alphanumerische Prüfung	Projektstruktur richtig exportiert (Projekt, Liegenschaft, Gebäude, Geschosse) und geforderte Bezeichnungen eingehalten	Regelbasiert, Modellchecker
		Geforderte Modellelemente enthalten	Regelbasiert, Modellchecker
		Geforderte Merkmale für Modellelemente enthalten und korrekte Datentypen, Einheiten und ggf. Werte aus Wertebereich hinterlegt	Regelbasiert, Modellchecker
		IFC-Konformität (Modellelemente, Property Sets und Merkmale)	Regelbasiert, Modellchecker
		Modellinhalt richtig gefiltert/bereinigt (Datensparsamkeit)	Visuell, BIM-Viewer

Tabelle 1: Durch die BIM-Fachkoordination zu prüfende Informationen

Überprüfung der Informationsqualität der Fachmodelle und Prüfung der Koordinationsmodelle seitens der BIM-Gesamtkoordination

3.3

Die BIM-Gesamtkoordination erhält die durch die BIM-Fachkoordination qualitätsgesichert bereitgestellten Fachmodelle, überprüft die Qualitätssicherung nochmals einzeln und fasst alle Fachmodelle zu einem Koordinationsmodell zusammen.

Anschließend führt die BIM-Gesamtkoordination anhand der Koordinationsmodelle eine fachübergreifende Überprüfung auf Kollisionsfreiheit zwischen den Planungen durch.

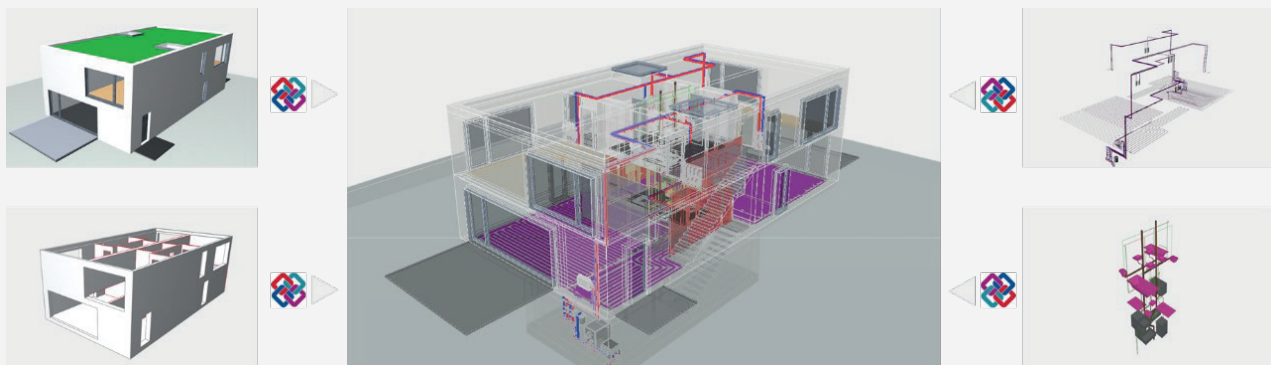


Abbildung 4: Zusammenführen von Fachmodellen in ein Koordinationsmodell

Prüfungskategorie		Prüfungsinhalt	Durchführung
Formal	Übergeordnete Prüfung	IFC-Modell bereitgestellt	Visuell, CDE
		Natives Modell bereitgestellt (falls gefordert)	Visuell, CDE
		Namenskonvention der IFC-Datei eingehalten	Visuell, CDE
Geometrie	Fachmodell-spezifische Prüfung	Lokale Koordinaten lagerichtig	Regelbasiert, Modellchecker
		Koordinationskörper vorhanden und richtig positioniert	Regelbasiert, Modellchecker
		Projektraster vorhanden und richtig positioniert	Visuell, BIM-Viewer
		Modellgrenzen richtig gezogen	Visuell, BIM-Viewer
		Geometrische Detaillierungsgrade eingehalten	Visuell, BIM-Viewer
		Teilmodelle richtig gegliedert	Visuell, BIM-Viewer
		Geschossweise modelliert	Regelbasiert, Modellchecker
		Geschosshöhe eingehalten	Regelbasiert, Modellchecker
		Modellinhalt richtig gefiltert/bereinigt (Datensparsamkeit)	Visuell, BIM-Viewer
	Kollisionsprüfung innerhalb eines Fachmodells	Doppelte und ineinander liegende Modellelemente innerhalb eines Fachmodells	Regelbasiert, Modellchecker
		Überschneidungen innerhalb eines Fachmodells	Regelbasiert, Modellchecker
		Überschneidungen mit dem Bestand (falls vorhanden)	Regelbasiert, Modellchecker
	Kollisionsprüfung zwischen Fachmodellen im Koordinationsmodell	Doppelte und ineinander liegende Modellelemente zwischen den Fachmodellen	Regelbasiert, Modellchecker
		Überschneidungen zwischen den Fachmodellen	Regelbasiert, Modellchecker
	Alphanumerik	Alphanumerische Prüfung	Projektstruktur richtig exportiert (Projekt, Liegenschaft, Gebäude, Geschosse) und geforderte Bezeichnungen eingehalten
Geforderte Modellelemente enthalten			Regelbasiert, Modellchecker
Geforderte Merkmale für Modellelemente enthalten und korrekte Datentypen, Einheiten und ggf. Werte aus Wertebereich hinterlegt			Regelbasiert, Modellchecker
IFC-Konformität (Modellelemente, Propertysets und Merkmale)			Regelbasiert, Modellchecker
Modellinhalt richtig gefiltert/bereinigt (Datensparsamkeit)			Visuell, BIM-Viewer

Tabelle 2: Durch die BIM-Gesamtkoordination zu prüfende Informationen

Überprüfung der Informationsqualität der Fach- und Koordinationsmodelle seitens des Auftraggebers (BIM-Management)

3.4

Erst nach erfolgter Qualitätssicherung durch die BIM-Fach- und Gesamtkoordination erfolgt eine Überprüfung der Koordinations- und Fachmodelle durch das BIM-Management. Die dokumentierten Prüfergebnisse des BIM-Managements sind Basis für die Freigabe bzw. eine Empfehlung zur Freigabe der Liefergegenstände durch den Auftraggeber.

Die Aufgaben der Qualitätssicherung durch das BIM-Management entsprechen grundsätzlich denen der BIM-Gesamtkoordination, haben allerdings einen überprüfenden Charakter. Das BIM-Management wird gemäß dem 4-Augen-Prinzip ebenfalls regelmäßige und anlassbezogene Überprüfungen aller Punkte durchführen. Ziel ist hier jedoch die Überprüfung der durch die BIM-Gesamtkoordination durchgeführten Prüfungen auf Plausibilität.

Ausgewählte Prüfungsarten am Beispiel

Übergeordnete Prüfung

4

4.1

Auf die einzelnen Prüfungsarten aus den Tabellen 1 und 2 wird in den nachfolgenden Unterkapiteln genauer eingegangen. Auf eine rollenbezogene Unterscheidung in Prüfung und Überprüfung wird dabei verzichtet, da der Prüfinhalt identisch ist.

Bevor eine geometrische und alphanumerische Prüfung der Informationsqualität durchgeführt wird, sollte zunächst eine übergeordnete Prüfung die Bereitstellung der Fachmodelle und Einhaltung der Namenskonventionen sicherstellen.

Bei der Prüfung der übergeordneten Vorgaben sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Die BIM-Koordination hat ihre Fachmodelle auf der CDE im IFC-Format und falls vereinbart im nativen Format bereitzustellen. Die Bereitstellung der BIM-Modelle kann direkt auf der CDE geprüft werden.
- Die Prüfung der korrekten Nomenklatur der BIM-Modelle gemäß den Vorgaben aus AIA/BAP geschieht ebenfalls direkt auf der CDE. Einige CDE führen diesen Schritt bereits beim Upload automatisch durch.

Wie in den Tabellen 1 und 2 dargestellt, kann die geometrische Prüfung der Informationsqualität in die folgenden Prüfungsarten untergliedert werden:

- Fachmodellspezifische Prüfung,
- Kollisionsprüfung innerhalb eines Fachmodells und
- Kollisionsprüfung zwischen Fachmodellen im Koordinationsmodell

Fachmodellspezifische Prüfung

4.1.1

Bei der fachmodellspezifischen Prüfung sind primär die folgenden Punkte zu beachten:

- Wesentlich für die Koordinierung der Modelle ist, dass alle Fachmodelle die gleichen lokalen Koordinaten und, wenn vereinbart, auch die gleiche Georeferenzierung verwenden. Hierzu ist die Verwendung eines oder ggf. zweier Koordinationskörper zu vereinbaren und die Überlagerung der Koordinationskörper in einem Modellchecker zu prüfen.
- Ob Modellgrenzen und geometrische Detaillierungsgrade eingehalten und Teilmodelle richtig gegliedert wurden, kann aktuell nur visuell in einem BIM-Viewer bewertet werden.
- Die Überprüfung der geschossweisen Modellierung, der korrekten Geschossbezeichnung und Geschosshöhen kann über Prüfregeln in einem Modellchecker geprüft werden. Die Richtigkeit dieser Informationen ist maßgeblich für die Nachverfolgung von Kollisionen innerhalb und zwischen Fachmodellen.
- Um die Performanz der Modellkoordination nicht durch unnötig große BIM-Modelle zu beeinträchtigen, müssen alle für den Planungsprozess nicht relevanten Modellkomponenten entfernt werden. Die Prüfung auf geometrische Datensparsamkeit erfolgt i. d. R. visuell.



Abbildung 5: Beispiel eines Koordinationskörpers (links) und eines nicht koordinierten Projektursprungs (rechts)

Kollisionsprüfung

4.1.2

Generelles Vorgehen

Ziel der Kollisionskontrolle ist es, Kollisionen und Planungsabweichungen innerhalb und zwischen den Fachmodellen festzustellen. Die Herausforderung bei der Kollisionsprüfung besteht darin, Probleme zu identifizieren und zu priorisieren, die relevanten Projektbeteiligten mit der Lösung dieser Probleme zu betrauen und die Probleme zu verfolgen, bis sie gelöst sind.

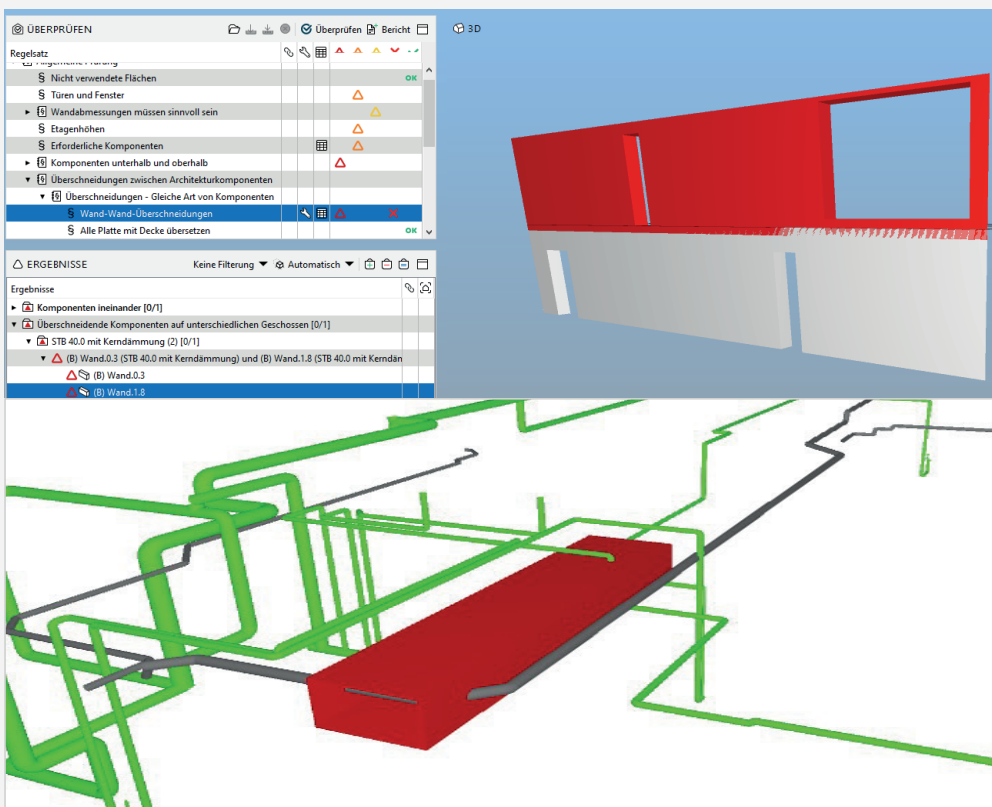


Abbildung 6: Beispiele für Kollisionen (oben in einem Fachmodell – Außenwand; unten zwischen unterschiedlichen Fachmodellen – Architektur und TGA)

4.1.2

Die Zuständigkeiten der BIM-Rollen im Zusammenhang mit der Kollisionsprüfung sind in Kapitel 3 definiert.

Wichtige Aspekte der Abwicklung der Kollisionsprüfung werden folgend näher erläutert:

- Größere Kollisionen und Koordinationsprobleme sollten durch die BIM-Gesamtkoordination im Planungs-Jour-fixe und durch das BIM-Management im BIM-Jour-fixe unter Verwendung der Koordinationsmodelle hervorgehoben werden, um eine Lösung des Problems herbeizuführen. Rhythmus und Inhalte der Jour Fixe werden in den AIA projektspezifisch festgelegt.
- Alle Ergebnisse, einschließlich kleinerer Kollisionen und anderer Koordinationsprobleme, sind den entsprechenden Projektmitgliedern mitzuteilen. Die einzelnen Kollisionen sind in einem offenen Format, dem BCF-Format, zu dokumentieren, sodass Zwischenergebnisse und Kollisionsstände auch vonseiten des Auftraggebers, bzw. des BIM-Managements eingesehen werden können (für mehr Informationen zum BCF-Format, siehe Kapitel 6).
- Bei komplexeren Projekten empfiehlt es sich, einen Issue-Management-Server in Kombi mit der Projekt-CDE einzusetzen. Im Anschluss korrigieren die betroffenen Objekt- und Fachplanungen die Fehler und das Modell durchläuft die Prüfung erneut. Der Vorgang wird so lange wiederholt, bis das Fachmodell fehlerfrei ist (siehe Abbildung 3).
- Als „fehlerfrei“ gilt ein Modell, wenn alle im Vorfeld definierten Regeln eingehalten bzw. die gefundenen Fehler akzeptiert sind. Das fehlerfreie BIM-Koordinationsmodell wird dem auftraggeberseitigen BIM-Management übergeben.

4.1.2

Toleranzen im Projektverlauf

Die Toleranzen bei den Kollisionsprüfungen müssen dem allgemeinen Planungsfortschritt und dem Ausarbeitungsgrad der Fachmodelle entsprechen. Daher sollte sich in den AIA und im BAP auf erlaubte Toleranzbereiche bei Überschneidungen in der Kollisionsprüfung geeinigt werden.

Eine Berücksichtigung der Spezifika der jeweiligen Fachmodelle und deren Bauelemente ist dabei sinnvoll. So kann beispielsweise ein Kollisionsbereich von 50 mm bei der Kollision von Wänden der Architektur und Rohrleitungen der TGA in der Leistungsphase 3 geeignet werden, um die Anzahl der Issues beherrschbar zu halten (siehe Tabelle 3).

Wand (ACR) vs. Rohrleitung (TGA)			
LPH 2	LPH 3	LPH 5	LPH 8
~ 100mm	~ 50mm	~ 25mm	~ 0mm

Tabelle 3: Beispiel 1 – Toleranzbereiche der Kollisionsprüfung

Der gleiche Toleranzbereich bei zwei Rohrleitungen der TGA würde hingegen wichtige Koordinationsthemen nicht berücksichtigen, weshalb für diese Elemente in einem geringeren Toleranzbereich von beispielsweise 20 mm geprüft werden sollte (siehe Tabelle 4).

Rohrleitung (TGA) vs. Rohrleitung (TGA)			
LPH 2	LPH 3	LPH 5	LPH 8
~ 30mm	~ 20mm	~ 5mm	~ 0mm

Tabelle 4: Beispiel 2 – Toleranzbereiche der Kollisionsprüfung

4.1.2

Kollisionsprüfungsmatrix

Zur effizienten Organisation der Kollisionsprüfung empfiehlt es sich, eine Kollisionsprüfungsmatrix zu entwickeln. Diese zeigt auf, welche Disziplinen bei der Kollisionsprüfung Vorrang haben (beginnend oben links). D. h. sie gibt vor, welche Fachmodelle koordiniert und welche Elemente eines Fachmodells im Konfliktfall an ein anderes Fachmodell angepasst werden.

	1 – OBP	2 – TWP	3 – SAN	4 – RLT	5 – HZG	6 – SPR	7 – ELT	8 – LP	Fachplanung
1 – OBP	1	3	5	8	12	17	23	30	Objektplaner
2 – TWP		2	6	9	13	18	24	31	Tragwerksplanung
3 – SAN			4	10	14	19	25	32	Sanitärplanung
4 – RLT				7	15	20	26	33	Raumluftechnik
5 – HZG					11	21	27	34	Heizung
6 – SPR						16	28	35	Sprinkleranlagen
7 – ELT							22	36	Elektrotechnik
8 – LP								29	Lichtplanung

Legende

X	Kollisionsprüfung zwischen zwei unterschiedlichen Modellen
X	Kollisionsprüfung mit dem eigenen Modell
	Keine Kollisionsprüfung

Abbildung 7: Beispiel einer Kollisionsprüfungsmatrix

4.1.2

In Abbildung 7 ist exemplarisch eine Kollisionsprüfungsmatrix dargestellt. An erster Stelle steht hier die Objektplanung, gefolgt von der Tragwerksplanung, deren Kollisionen mit der höchsten Priorität versehen sind und als Erstes gelöst werden sollten. Die Tragwerksplanung hat sich dabei i. d. R. an die Objektplanung anzupassen. Für die Fachplanung der Objektplanung sind Kollisionsprüfungen mit sieben weiteren Fachplanungen vorzunehmen.

Die dunkeltürkis hinterlegten Felder zeigen die Kollisionsprüfung mit dem eigenen Modell. Diese können bereits durch die BIM-Fachkoordination eigenständig geprüft werden. Die BIM-Gesamtkoordination führt zusätzlich die Kollisionsprüfungen der helltürkis hinterlegten Felder aus. Die numerische Reihenfolge gibt an, in welcher Reihenfolge die Kollisionsprüfungen erfolgen.

Definition von Prioritäten

Da bei einer Kollisionskontrolle mit einem Modellchecker schnell mehrere Tausend Kollisionen erkannt werden, sollte neben der Kollisionsmatrix auch eine Kollisionsprioritätstabelle erstellt werden, um die Prioritäten der Kollisionen zu bewerten und in der Bearbeitungsreihenfolge einsortieren zu können.

Eine mögliche Reihenfolge für die Priorisierung der Kollisionsprüfung ist:

- Fachmodell
- Bauteiltyp/Kategorie
- Größe des Bauteils
- Bauzustand (Planung/Bestand)
- Baureihenfolge

Beispiele für Probleme, gegliedert nach Priorität:

Höhere Priorität	als
zwischen Objekt- und Tragwerksplanung	zwischen Elektrotechnik- und Lichtplanung.
bei Überschneidungen von Bauelementen mit Türen, Fenstern, Säulen und Trägern	bei Überschneidungen von Trennwänden mit Deckenplatten
bei großen Kabelschächten ohne modellierte Durchdringung	bei Kreuzungen zwischen kleinen Rohren ohne modellierte Durchdringung.
mit Bestandselementen	mit Neubaelementen.

Tabelle 5: Beispiele für Kollisionsprioritäten

Eine einfache Faustregel lautet: Je größer (z. B. Lüftungsanlage) oder dauerhafter (z. B. Fundament) das Objekt ist, desto höher ist seine Priorität. Allerdings sind auch stets Beschränkungen wie z. B. Bauvorschriften zu beachten, die die Prioritäten verschieben können.

Alphanumerische Prüfung

4.2

Mithilfe der alphanumerischen Prüfung wird untersucht, ob die bereitgestellten alphanumerischen Informationen gemäß ihrer Definition im LOIN-Anhang als Teil der AIA/ des BAP eingehalten werden. Welche Modellelemente welche alphanumerischen Informationen tragen sollen, hängt von den BIM-Anwendungsfällen ab und wird in der Regel durch das BIM-Management als Vertretung der Auftraggeberseite über die AIA vorgegeben und im BAP unter Beteiligung der Fachplaner konkretisiert.

In Abbildung 8 sind exemplarisch die alphanumerischen Informationsanforderungen einer Tür zu sehen. Wie zu erkennen ist, muss definiert werden, „wer“ „welche“ Informationen „wann“ zu liefern hat. So hat die Objektplanung in diesem Beispiel für alle Türen im Architekturmodell in der Leistungsphase 2 im Attribut „Außenbauteil“ und „Anzahl Flügel“ einen Wert einzutragen. Damit der Austausch der alphanumerischen Informationen zwischen verschiedenen Systemen reibungslos funktioniert, ist zusätzlich ein entsprechendes IFC-Mapping vorzugeben.

Weitere Informationen zur Definition von LOIN sind der Arbeitshilfe LOIN-Konzept zu entnehmen.

WER?

WANN?

Architekturmodell (Objektplaner)	Typ	Einheiten	IFC 4 Add2	LPH2-AwF 00	LPH3-AwF 00	
✦ Tür	Element		IfcDoor	☑	☑	
☰ gemeinsame Eigenschaften	Gruppe		Pset_DoorCommon	☑	☑	
☑ Außenbauteil	Eigenschaft	Wahr/Falsch	*.IsExternal	✓	✓	
☑ Bauteiltyp	Eigenschaft	Identifizierungszeichen	*.Reference	-	✓	
▸ ☑ Feuerwiderstandsklasse	Eigenschaft	Kennzeichen	*.FireRating	-	✓	
☑ Schallschutzklasse	Eigenschaft	Kennzeichen	*.AcousticRating	-	✓	
☑ Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert)	Eigenschaft	Wärmedurchgängigkeit	*.ThermalTransmittance	-	-	
☰ Eigenschaftssatz Türen	Gruppe		ePset_EigenschaftssatzTüren	☑	☑	
☑ Anschlag	Eigenschaft	Kennzeichen	#.Anschlag	-	✓	
☑ DIN L	Wert	WELCHE INFORMATIONEN?				
☑ DIN R	Wert					
▸ ☑ Anzahl Flügel	Eigenschaft	Kennzeichen	#.Anzahl Flügel	✓	✓	
▸ ☑ Öffnungsart	Eigenschaft	Kennzeichen	#.Öffnungsart	-	✓	

Abbildung 8: Beispiel für alphanumerische Informationsanforderungen

Bei der alphanumerischen Prüfung werden folgende Angaben geprüft:

- *Entspricht die Projektstruktur innerhalb der Fachmodelle der IFC-konformen Struktur (Projekt, Liegenschaft, Gebäude, Geschosse)?*

Die IFC-Konformität der Modelle ist in einigen BIM-Programmen Voraussetzung für die Durchführung von Auswertungen auf Basis der Modelldaten. Sie kann durch Prüfregele im Modellchecker automatisiert geprüft werden.

- *Enthalten die Fachmodelle alle geforderten Modellelemente und diese wiederum die geforderten Merkmale?*

Bei den Merkmalen werden neben dem Vorhandensein auch die Datentypen, Einheiten und ggf. die Werte selbst auf Richtigkeit überprüft. Bei der Wertepfung muss eine klare Grenze zwischen der planerischen Qualitätsprüfung und der Prüfung der Informationsqualität gezogen werden. Die Prüfung, ob Werte einem definierten Wertebereich entsprechen, ist der Informationsqualität zuzuordnen, während die Plausibilität der Attributwerte der planerischen Qualitätsprüfung zugehörig ist.

- *Entspricht das IFC-Mapping der Modellelemente, Property Sets und Merkmale den Vorgaben aus den AIA/dem BAP?*

Diese Prüfung kann mithilfe von Prüfregele im Modellchecker durchgeführt werden. Um die Datengröße der Modelle möglichst gering zu halten, sollten nur diejenigen alphanumerischen Informationen mit ausgegeben werden, die über die AIA/den BAP gefordert sind bzw. für die BIM-Koordination benötigt werden.

- *Wurde der Modellinhalt richtig gefiltert?*

Aus Gründen der Datensparsamkeit sollten alle unnötigen eigenen und referenzierten Modellkomponenten entfernt werden. Diese Prüfung erfolgt i. d. R. visuell.

Wie zuvor beschrieben und in Tabelle 2 zusammengefasst, erfolgt die alphanumerische Prüfung der Fachmodelle teils visuell und teils automatisiert über Prüfregele im Modellchecker. Prüfregele können auf verschiedene Weisen erstellt werden (siehe Kapitel 2.3).

IFC Bauteil	IFC Property Set	IFC Property	Prüfkriterium	Typ des Wertes	Erlaubte Wertebereiche
Tür	Pset_DoorCommon	IsExternal	Wert muss existieren	Boolean	
Tür	Pset_DoorCommon	Reference	Wert muss existieren	Text	
Tür	Pset_DoorCommon	FireRating	Wert muss existieren	Enumeration	F30;F60;F90
Tür	Pset_DoorCommon	AcousticRating	Wert muss existieren	Text	
Tür	ePset_EigenschaftssatzTüren	Anschlag	Wert muss existieren	Enumeration	DIN L;DIN R
Tür	ePset_EigenschaftssatzTüren	Anzahl Flügel	Wert muss existieren	Enumeration	einflügelig;mehrflügelig
Tür	ePset_EigenschaftssatzTüren	Öffnungsart	Wert muss existieren	Enumeration	Drehtür;Falttür;Schiebetür

Abbildung 9: Beispiel für Prüfregele für die alphanumerische Prüfung

Prüf- und Qualitätssicherungsberichte

Prüfberichte

5

5.1

Die Dokumentation der Prüfergebnisse erfolgt über Prüf- und Qualitätssicherungsberichte. Während der Prüfbericht standardmäßig Fehler und Kollisionen der Koordinations-, Kollisions- und alphanumerischen Prüfungen erfasst, ist der Qualitätssicherungsbericht eine groß angelegte Analyse und wird zu definierten Meilensteinen erstellt.

Der Prüfbericht dokumentiert das aktuelle Ergebnis einer Modellprüfung und ist von der BIM-Fachkoordination und der BIM-Gesamtkoordination entsprechend der jeweiligen Zuständigkeiten zu erstellen. Die Prüfberichte werden im PDF-Format auf der CDE abgelegt. Da sowohl die manuell als auch die durch Prüfregele automatisch gefundenen Probleme der Koordinations-, Kollisions- und alphanumerischen Prüfungen innerhalb des Modellcheckers dokumentiert werden können und deren Anzahl i.d.R. sehr hoch ist, bietet es sich an, diese Probleme als Anhang in den Prüfbericht mit aufzunehmen. Die Modellchecker-Dateien, die die Fach- und Koordinationsmodelle enthalten, sollten zur Qualitätssicherung im nativen Format inklusive der verwendeten Regelsätze und Klassifikationen ebenfalls auf der CDE abgelegt werden.

Prüfberichte enthalten:

- Prüfinhalte
- Prüfziele
- Prüfregele
- Prüfergebnisse

5.1

Model Name	XYZ-X-AEC-XX-4-BM-XX-0000-00-PR_20211215 Version: 9.12
Checker	mjt@aec3.de
Organization	AEC3 Deutschland GmbH
Date	December 17, 2021
XYZ-S-DNL-LD-4	Date: 2021-11-29 16:26:26 Application: Autodesk Revit 2020 (DEU) IFC: IFC2X3
XYZ-C-DNL-LD-4	Date: 2021-11-29 16:06:07 Application: Autodesk Revit 2020 (DEU) IFC: IFC2X3

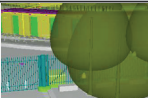
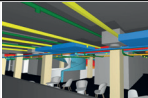
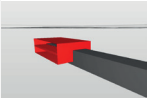
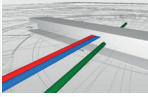
Haustechnik										
Numbe	Id	Date	Title	Picture	Issue Description	Responsibilities	Stage	Due Date	Priority	Status
1	3552	17-Dec-2021	Flow Controller_ePset_G_Basic		Flow Controller (Valves, Fire Notification appliances, dampers, VAVs, electr power distribution devices, switching devices) Flow Controller components don't have property set ePset_G_Basic.	Architekt XY	4-Technical Design	2021-12-17	Minor	Active
2	3526	24-Nov-2021	Distribution Element_Instance Name and wrong classification		The following components have duplicate Instance Names or are defined as "_XXX_Not Definded".	Architekt XY	4-Technical Design	2021-12-17	Normal	Active
3	3336	24-Nov-2021	Heat Exchangers_Instance Name		The following components have duplicate Instance Names	Architekt XY	4-Technical Design	2021-12-17	Minor	Active
4	3330	24-Nov-2021	Duct Silencers_Instance Name		The following components have duplicate Instance Names	Architekt XY	4-Technical Design	2021-12-17	Normal	Active

Abbildung 10: Beispiel der Zusammenstellung von Prüfergebnissen als Dateianhang eines Prüfberichts

Konfliktmanagement und Modellkoordination mithilfe von BCF

6

Definition und Vorteile des Einsatzes von BCF

6.1

BIM Collaboration Format (BCF)

ist ein Austauschformat, das die Übertragung von Änderungsanforderungen und Informationen (Issues) zwischen BIM-Modellviewern, BIM-Modellcheckern und BIM-Autorensoftware unterstützt. Seit 2010 handelt es sich um einen offiziellen Standard bei BuildingSMART.

Ein wesentlicher Vorteil des BCF-Formats besteht darin, dass die sogenannten „Issues“ direkt mit Positionen und Objekten im IFC-Modell verknüpft und über verschiedene BIM-Software angezeigt, verfolgt und gelöst werden können, ohne dabei jeweils die gesamten Modelle übertragen zu müssen.

BCF basiert auf der Auszeichnungssprache XML und enthält als ZIP-Datei mehrere Unterverzeichnisse. Die Unterverzeichnisse tragen die UUID (Universally Unique Identifier), die dem jeweiligen Issue zugewiesen werden. Die Unterverzeichnisse enthalten folgende Informationen:

- Markup.bcf
Die XML-Datei enthält strukturierte Informationen zu: Name, Beschreibung, Datum, Verfasser, Verantwortlichkeiten, Fälligkeiten und Prioritäten des Issues sowie die GUID (Global Unique Identifier) des betroffenen Bauteils.

- Viewpoint.bcfv
Diese XML-Datei enthält Daten zur Visualisierung, wie die Kameraposition und -richtung, die Farbe zur Markierung des betroffenen Elements und geometrische Linien zur zusätzlichen grafischen Kennzeichnung
- Snapshot.png
Ein oder mehrere Bilder des Issues im PNG- oder JPEG-Format.

Der Einsatz des BCF-Formats ist bereits heute effizient möglich und wird von einer Vielzahl etablierter BIM-Werkzeuge unterstützt.

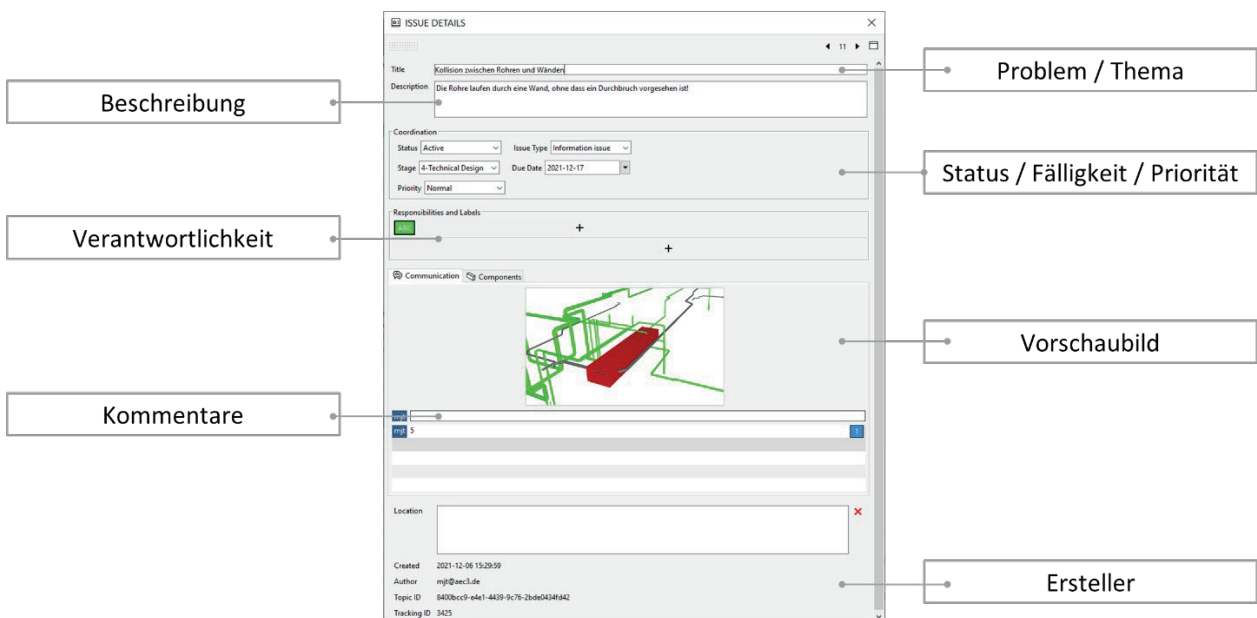


Abbildung 12: Beispiel eines Issues

Nutzung von BCF für die Kommunikation zwischen Planungsbeteiligten

6.3

Das BCF-Format stellt eine Verbesserung im Vergleich zu klassischen Kommunikationswegen im Projekt dar, jedoch gilt es auch hier die Vielzahl an Dateien transparent und nachvollziehbar zu verwalten. Hierfür haben sich in den letzten Jahren Plug-in-Schnittstellen etabliert, die das Erstellen, Filtern und Abrufen von Issues direkt in den unterschiedlichen BIM-Autorenwerkzeugen erlauben. In Kombination mit einem Issue-Management-System (innerhalb der CDE oder als externes, cloudbasiertes Tool) lassen sich Issues strukturiert abspeichern, teilen, verwalten und dokumentieren.

Aktuell gibt es die beiden in Abbildung 13 dargestellten Optionen, um BCF-Dateien miteinander auszutauschen:

- **Option 1: Synchronisation von BCF-Dateien**

Der Modellchecker nutzt – wenn verfügbar – entsprechende Plug-ins/Schnittstellen, um BCF-Dateien mit einem Issue-Management-System (innerhalb der verwendeten CDE oder zusätzliches cloudbasiertes Tool) der CDE und der Autorensoftware zu synchronisieren (und umgekehrt).

- **Option 2: Im- und Export von BCF-Dateien, Kommunikation über CDE**

Wenn keine Plug-ins/Schnittstellen zur CDE zur Verfügung stehen und kein externes cloudbasiertes Issue-Management-System eingesetzt werden kann, können die BCF-Dateien aus dem Modellchecker in die CDE hochgeladen, über die CDE kommuniziert und zur Weiterverarbeitung in der Autorensoftware exportiert werden (und umgekehrt).

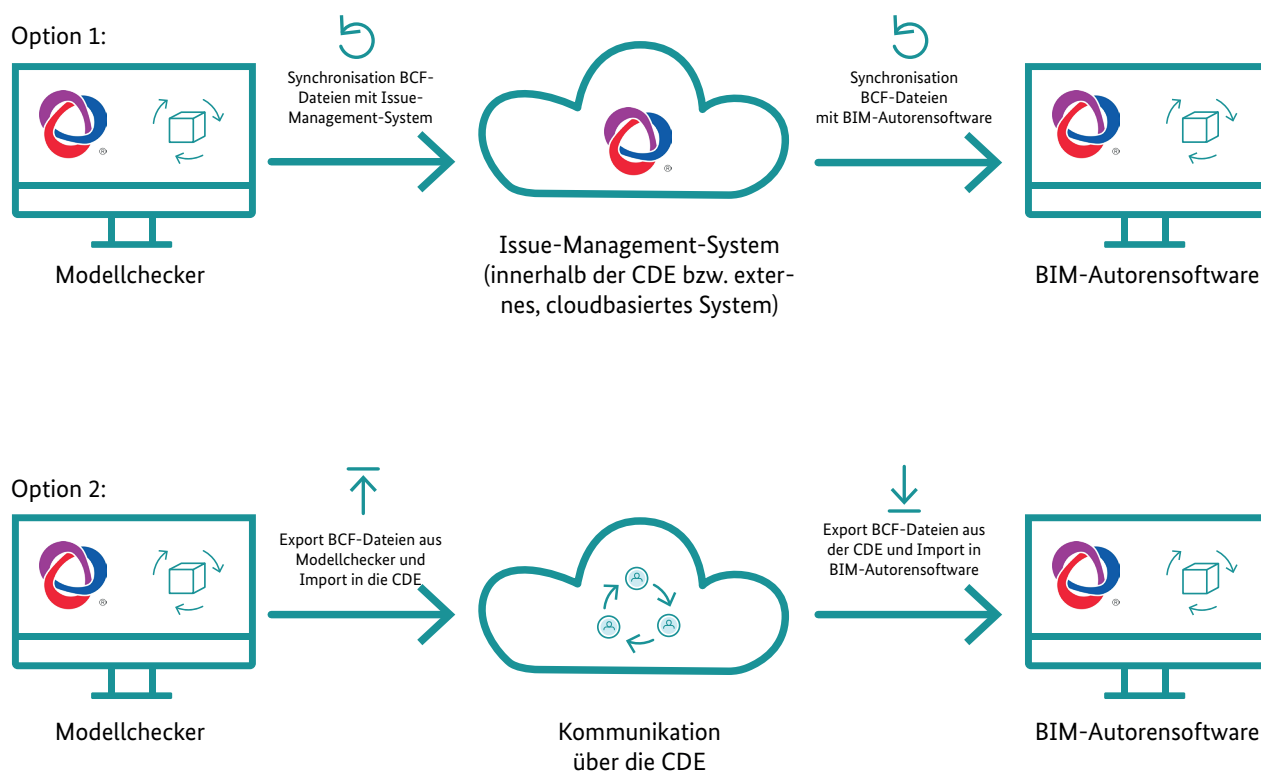


Abbildung 13: Optionen für den Austausch von BCF-Dateien

Grundsätzlich gibt es zudem Kombinationen zwischen den Optionen 1 und 2.

Beispiel:

Nutzung einer vorhandenen Schnittstelle zwischen Modellchecker und CDE verbunden mit einem Export der BCF-Dateien zur Weiterbearbeitung in einer BIM-Autorenssoftware, die über keine Schnittstelle zur verwendeten CDE verfügt.

Ein wesentlicher Vorteil der Verwendung von BCF-Files ist die effiziente und zielgerichtete Kommunikation der festgestellten Issues. Durch die genaue Verortung des Issues und die beigefügte Ansicht ist die genaue Stelle mit Handlungsbedarf im Modell z. B. schneller ausgemacht.

BCF-Files können als Teil der in Kapitel 5 beschriebenen Prüfprotokolle und Qualitätssicherungsberichte als ergänzendes Kommunikationsmittel eingesetzt werden. Die Kommunikation über Issues im BCF-Format kann die Erstellung von Prüfprotokollen und Qualitätssicherungsberichten jedoch nicht komplett ersetzen.

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)
Fontainengraben 150
53123 Bonn

Bundesministerium für Wohnen,
Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB)
Krausenstraße 17–18
10117 Berlin

Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA)
Ellerstraße 56
53119 Bonn

Mitwirkung

Arbeitsgemeinschaft BIM4Bundesbau
Bundesamt für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr (BAIUDBw)
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Organgeliehene Bauverwaltungen in den Ländern

Redaktion

Geschäftsstelle BIM
Amt für Bundesbau
Wallstraße 1
55122 Mainz

Stand

Juni 2023

Gestaltung

meerdesguten GmbH

Bildnachweis

Envato

