

Building information modeling –  
Data management

*Einsprüche bis 2018-03-31*

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal  
<http://www.vdi.de/einspruchsportal>
- in Papierform an  
VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik  
Fachbereich Bautechnik  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>2</b>
<b>2 Begriffe</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Gemeinsame Datenumgebung</b> .....	<b>3</b>
3.1 Workflows .....	3
3.2 Filterung .....	4
3.3 Strukturierung und Verknüpfung .....	4
3.4 Versionierung .....	4
3.5 Zugriffsrechte .....	4
3.6 Datenhaltung .....	4
3.7 Archivierung .....	5
<b>4 Strukturierung von BIM-Daten</b> .....	<b>5</b>
4.1 Domänen .....	5
4.2 Phasen .....	5
4.3 Zonen .....	6
4.4 System .....	6
4.5 Klassifizierung .....	6
4.6 Metadaten .....	6
4.7 Linked Data .....	6
<b>5 Kooperative Bearbeitung</b> .....	<b>6</b>
5.1 Eigentums- und Zugriffsrechte .....	6
5.2 Lieferung von Modellinhalten .....	7
5.3 Koordination von Modellen .....	7
5.4 Qualitätssicherstellung .....	8
5.5 Varianten .....	8
5.6 Dokumentation und Archivierung .....	8
<b>6 Technische Umsetzung</b> .....	<b>10</b>
6.1 Gemeinsame Dateiablage .....	10
6.2 Dokumentenmanagementsystem .....	10
6.3 Modellbasierte Projektplattform .....	11
<b>7 Datenhoheit, Datenschutz und Rechte</b> .....	<b>11</b>
Schrifttum .....	12

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)  
Fachbereich Bautechnik

VDI-Handbuch Bautechnik

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Dipl.-Ing. *Ulrich Hartmann*, München

Dipl.-Wirtsch. Inf. *Jens Holtappels*, Pulheim

Dipl.-Phys. *Andreas Kohlhaas*, Erkrath

Dr. rer. nat. *Volker Krieger*, Freiburg

B. Sc. B. Eng. *Samy Kröger*, Hamburg

Prof. Dr.-Ing. *Markus König*, Dortmund (Vorsitzender)

*Cornelius Preidel*, M. Sc., München

Dipl.-Ing. *Michael Raps*, Oldenburg (stellv. Vorsitzender)

*Sven-Eric Schapke*, M. Sc., München

*Michael Zibell*, M. Sc., Wuppertal

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/2552](http://www.vdi.de/2552).

## Einleitung

Während des gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks werden die Daten unterschiedlicher Fachdisziplinen auf Grundlage von vereinbarten Abläufen zwischen den verschiedenen Bauprojektbeteiligten ausgetauscht. Das Ziel des Datenmanagements ist es, mit einer gemeinsamen Datenumgebung eine Plattform für einen solchen Informationsaustausch zur Verfügung zu stellen. Dabei wurden folgende Grundsätze beachtet:

- **Anwendbarkeit**  
Verfahren und Maßnahmen können von Unternehmen und Projekten unterschiedlicher Größe und Anwendungsbereiche angewendet werden.
- **Neutralität**  
Verfahren und Maßnahmen können mit unterschiedlichen Softwaresystemen von unterschiedlichen Herstellern umgesetzt werden.

- **Verhältnismäßigkeit**  
Ziele, Aufwand und Nutzen der Maßnahmen und Verfahren stehen in angemessenem Verhältnis zueinander.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie definiert Vorgehensweisen zur Organisation, Strukturierung, Zusammenführung, Verteilung, Verwaltung und Archivierung von digitalen Daten im Rahmen von Building Information Modeling (BIM), das auch als Managementansatz zur integralen modellbasierten Projektentwicklung angesehen wird. Hierzu werden die technischen und organisatorischen Anforderungen zur Umsetzung einer gemeinsamen Datenumgebung (engl. Common Data Environment – CDE) aufgezeigt. Diese Richtlinie kann für alle Projektgrößen und -anforderungen angewendet werden. Sie richtet sich an alle Bauprojektbeteiligten während des Lebenszyklus eines Bauwerks. Es sind insbesondere auch Anforderungen von klein- und mittelständischen Unternehmen berücksichtigt, um einen Einstieg in das BIM-basierte Datenmanagement zu erleichtern.

## 2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe:

### **Daten**

wieder interpretierbare Darstellung von Information in formalisierter Art, geeignet zur Kommunikation, Interpretation oder Verarbeitung

### **Domäne**

fach-, gewerke-, disziplin- oder systemspezifische Sicht auf Daten, die technische Systeme des Bauwerks oder die wirtschaftlichen Systeme seiner Erstellung (Fachgebiete), die Fachdisziplinen der Projektteilnehmer (Anwenderdomänen) und die von ihnen genutzten Sichten auf die Projektdaten (Anwendungsdomänen) betrachtet

### **Teilmodell**

definierter Ausschnitt eines Fachmodells

### **Fachmodell**

Modell, das nach Domänen, Phasen oder nach räumlichen Bereichen unterteilt wird

### **GUID** (Globally Unique Identifier)

Identifikationskennzeichnung, die die software- und systemübergreifende eindeutige Identifizierung eines Objekts erlaubt

**Koordinationsmodell**

Modell, das aus mehreren Fach- und/oder Teilmodellen zum Zweck der Abstimmung zusammengefügt wurde

**Metadaten**

Daten, die Informationen über Merkmale anderer Daten enthalten

**Versionierung**

fortlaufende eindeutige Kennzeichnung eines Datensatzes zur Nachvollziehbarkeit von Änderungen

**3 Gemeinsame Datenumgebung**

Eine gemeinsame Datenumgebung wird nach festgelegten Regeln und mit bestimmten Funktionalitäten aufgebaut. Die gemeinsame Datenumgebung ermöglicht die Organisation, Sammlung, Auswertung, Koordination, Archivierung und Bereitstellung von digitalen Daten. Alle Bauprojektbeteiligten beziehen die vereinbarten Daten ausschließlich aus der gemeinsamen Datenumgebung bzw. stellen Daten dort bereit. Die gemeinsame Datenumgebung dient als zentrale, zuverlässige und maßgebende Informationsquelle. Rahmenbedingungen zum Aufbau und Arbeiten mit der gemeinsamen Datenumgebung sind vertraglich zu vereinbaren. Ziele einer gemeinsamen Datenumgebung sind:

- zentrale Verfügbarkeit der Daten
- höhere Wiederverwendbarkeit
- Vermeidung von Datenverlusten
- Reduktion von Medienbrüchen
- konsistente Daten ohne Redundanzen
- Zusammenführung von Daten
- vereinfachter Datenaustausch
- Archivierung von Daten

Die Mindestanforderungen einer gemeinsamen Datenumgebung sind in Bild 1 in Form von Funktionsbausteinen dargestellt. Wesentlich dabei ist die Unterstützung des Datenmanagements durch entsprechende Funktionalitäten. Hierzu gehören beispielsweise vorgegebene Workflows (Arbeitsabläufe), wie neue Daten eingepflegt und vorhandenen Daten geändert, abgestimmt und freigegeben werden. Für die Erstellung von Koordinationsmodellen sowie den Abruf von Fach- und Teilmodellen ist die Filterung, Strukturierung und Verknüpfung vorhandener Daten zu unterstützen. Versionierung und Archivierung stellen weitere Funktionalitäten einer gemeinsamen Datenumgebung dar. Über Zugriffsrechte werden die Daten vor unautorisierten Zugriffen geschützt (siehe Abschnitt 5). Eine gemeinsame Datenumgebung kann auf ver-

schiedene Arten realisiert werden. Typische Umsetzungen werden in Abschnitt 6 vorgestellt.

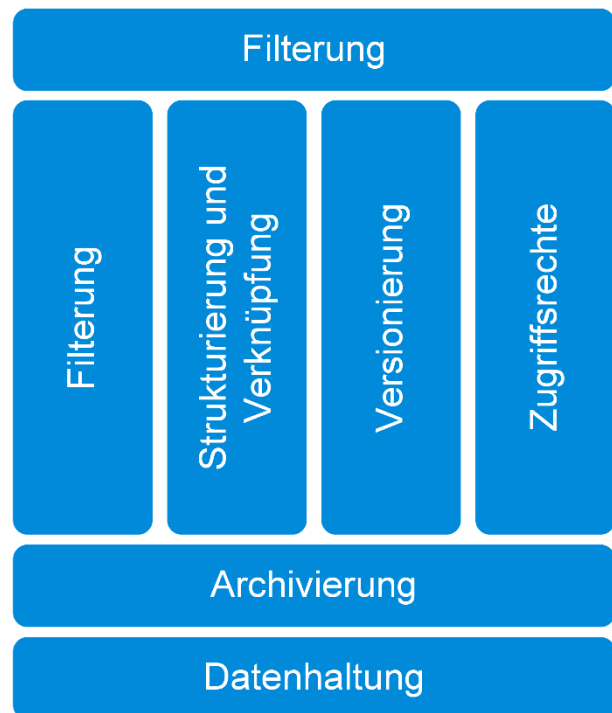


Bild 1. Funktionsbausteine einer gemeinsamen Datenumgebung

**3.1 Workflows**

Workflows sind eine Verkettung von Projektmanagement- und Wertschöpfungsprozessen. Die im Rahmen dieser Richtlinie betrachteten Workflows beinhalten nur die Projektmanagementprozesse. Das Datenmanagement ist eng mit der Interoperabilität und dem Datenaustausch verknüpft. Die abgelegten Daten müssen zwischen den einzelnen Bauprojektbeteiligten ausgetauscht werden. Ein wesentlicher Aspekt des Datenmanagements ist es, den Austausch von Daten zwischen verschiedenen Bauprojektbeteiligten zu unterstützen. Hierzu soll eine gemeinsame Datenumgebung verwendet werden. Somit sind z.B. Abläufe zu definieren, wer welche Daten mit welchen Fristen in die gemeinsame Datenumgebung einzupflegen und zu prüfen hat. Solche Austauschprozesse können durch die gemeinsame Datenumgebung in Form von digitalen Workflows unterstützt werden. Ein digitaler Workflow definiert somit,

- wer welche Daten mit welchen Rechten an die gemeinsame Datenumgebung übergeben darf,
- welche Beteiligten anschließend informiert werden und
- welche weiteren Schritte durchzuführen sind.

Die einzelnen Schritte und Nachrichten werden protokolliert. Eine Automatisierung kann die Abläufe unterstützen, ist jedoch für jeden Workflow zu prü-

fen und den Bauprojektbeteiligten zur Kenntnis zu bringen. Workflows werden zur Konsistenzsicherung, Vermeidung von Redundanzen und Gewährleistung der Datenintegrität verwendet.

### 3.2 Filterung

Damit Daten gezielt über die gemeinsame Datenumgebung abgefragt werden können, müssen Funktionalitäten zur Umsetzung von Filtern vorhanden sein. Filter sollten konfigurier- und wiederverwendbar sein. Ein Filter extrahiert eine Teilmenge der in der gemeinsamen Datenumgebung vorhandenen Daten. Zum Beispiel können Filter ganze Fachmodelle liefern oder im Sinne des BIM-Collaboration-Formats (BCF) einzelne Bauelemente filtern. Die Filter sollten dabei die Strukturierung und Verknüpfung der Daten berücksichtigen. Filter können auch im Rahmen von Workflows eingesetzt werden, um automatisiert die relevanten Daten zur Verfügung zu stellen.

### 3.3 Strukturierung und Verknüpfung

Grundlage einer modellbasierten Informationsverwaltung sind eindeutig adressierbare Datenobjekte, wie CAD-Elemente, die von entsprechenden Softwareanwendungen interpretiert werden können, als auch semistrukturierte Daten, wie Texte und Bilder, die zwar mit Softwareanwendungen bearbeitet, aber im Allgemeinen erst durch den Nutzer interpretiert werden können. Zur effizienten Verwaltung werden Daten hierarchisch gruppiert und zusammengefasst. Ein Datensatz wird anhand einer GUID (Globally Unique Identifier) identifiziert. Über die Kennungen werden Verknüpfungen realisiert, die wiederum zum Auffinden von Daten sehr wichtig sind. Neben einer eindeutigen Kennung werden im Rahmen von Projekten oder Unternehmen weitere Kennzeichnungen definiert, um eine effiziente Identifizierbarkeit zu ermöglichen. Diese Kennungen sind in der Regel durch den Anwender interpretierbar. Typische Kennungen sind Produktbezeichnungen zur Stammdatenverwaltung oder auch die systematische Benennung von Dateien.

### 3.4 Versionierung

Bei jeder Änderung, die in die gemeinsame Datenumgebung eingestellt wird, wird ein neuer Datensatz mit einer neuen Version angelegt. Der Inhalt der Änderung ist somit durch Vergleich mit der Vorversion erkennbar. Dadurch kann der Verlauf von Änderungen nachvollzogen werden. Alte Versionen können gezielt wiederhergestellt werden.

### 3.5 Zugriffsrechte

Lese- und Schreibzugriffe auf einzelne Daten, Objekte oder Fachmodelle in der gemeinsamen Datenumgebung sollten individuell und detailliert

vergeben sowie protokolliert werden können. Die Zugriffsrechte werden im BIM-Abwicklungsplan für die einzelnen Bauprojektbeteiligten definiert und müssen dann technisch für die gemeinsame Datenumgebung umgesetzt werden. Falls die gemeinsame Datenumgebung eine Versionierung technisch nicht unterstützt, können Zugriffsrechte, die es erlauben, bestehende Daten zu löschen, zu ändern oder zu ersetzen, nicht vergeben werden.

Die Regelung von Zugriffsrechten für einzelne Objekte eines Fachmodells ist möglich. Falls es gewünscht ist, dass Teile eines Fachmodells von unterschiedlichen Beteiligten bearbeitet werden sollen, kann eine entsprechende Strukturierung in Teilmodelle vorgenommen werden. Beim Bearbeiten von bestimmten Eigenschaften eines Objekts eines Fachmodells besteht auch die Möglichkeit, die Eigenschaften in einer Datenbank mit entsprechender Verknüpfung abzulegen. In einem Datenbankmanagementsystem können Zugriffsrechte für einzelne Eigenschaften vergeben werden.

### 3.6 Datenhaltung

Die Datenmenge wächst über den Lebenszyklus eines Bauwerks kontinuierlich an. Größenordnungen von mehreren hundert Megabytes je Fach- und Teilmodell sind nicht selten. Zu berücksichtigen sind auch Planungsstände, die eventuell eingefroren werden sollen, um einen Planungsstand zu einem bestimmten Zeitpunkt festzuhalten. Um diese Datenmengen zu verwalten und die Daten über den Lebenszyklus eines Bauwerks lesbar zu halten, bedarf es einer vorausschauenden Planung. Die IT-Infrastruktur muss entsprechend ausgelegt werden.

Neben der Datenmenge ist auch für die Konsistenzhaltung eine vorausschauende Planung notwendig, da Daten verteilt bearbeitet werden können. Als konsistent gelten Daten, die widerspruchsfrei und für die Anwendungsfälle vollständig sind. Bei der Zusammenführung von verteilten Bearbeitungsständen in einer gemeinsamen Datenumgebung muss, z.B. durch Workflows bedingt, gewährleistet werden, dass Änderungen nicht zu Inkonsistenzen führen. Ein weiterer Aspekt ist die Datenintegrität. Diese wird über Integritätsregeln definiert. So kann z.B. geprüft werden, ob einer Eigenschaft ein Wert eines bestimmten Wertebereichs zugeordnet ist.

Redundanzen treten auf, wenn dieselben Daten in unterschiedlichen Objekten oder Eigenschaften gespeichert werden. Im Kontext von BIM können Redundanzen häufig nicht vermieden werden bzw. sind teilweise sogar gewünscht. Zum Beispiel kann die Länge eines Objekts mit geometrischer Reprä-

sensation als Eigenschaft explizit oder implizit gespeichert werden. Falls Redundanzen vorhanden oder gewünscht sind, muss sichergestellt werden, dass diese nicht zu Inkonsistenzen führen. Somit muss ein BIM-Datenmanagement transparent darstellen, welche Redundanzen zur welchem Zweck vorhanden sind. Auch hier können entsprechende Workflows innerhalb der gemeinsamen Datenumgebung definiert werden, um Prüfungen automatisch oder manuell anzustoßen.

### 3.7 Archivierung

Die Sicherung der Daten auch über lange Zeiträume hinweg muss bei der Auswahl eines technischen Systems beachtet werden. Dabei ist zu gewährleisten, dass die Daten les- und interpretierbar bleiben. Die anfallenden Datenmengen sollten so verdichtet werden, dass die zu archivierende Datenmenge auf das Notwendige reduziert ist. Insbesondere die Langzeitarchivierung von Daten ist zu berücksichtigen, da viele Trägermedien nur eine zeitlich begrenzte Haltbarkeit besitzen und sich Medien und Systeme weiterentwickeln. Gerade proprietäre Formate und urheberrechtliche Beschränkungen bereiten dabei Probleme. Die Archivierung von digitalen Bauwerksmodellen sollte daher auf Basis von internationalen Datenaustauschstandards erfolgen. Bei der Einrichtung einer gemeinsamen Datenumgebung müssen die Aspekte der Archivierung jeweils individuell betrachtet werden.

## 4 Strukturierung von BIM-Daten

Bei der papierorientierten Arbeitsweise im Bauwesen erfolgte eine Strukturierung von Daten zunächst vorwiegend auf Dokumentenebene (u.a. durch Namenskonvention) und optisch, z.B. durch Farben, Schraffuren, Strichstärken bei Zeichnungen bzw. der individuellen Gestaltung von Textdokumenten, Tabellenblättern, Leistungsverzeichnissen und Terminplänen. Mit Einführung von EDV-Programmen haben sich je Fachdisziplin und Softwareprodukt bereits spezifische Datenstrukturen etabliert. Dies erleichtert einerseits die manuelle Navigation im Gesamtdatenbestand sowie die Suche bestimmter Teildaten. Andererseits ist dies die notwendige Voraussetzung für eine Automatisierung von Prozessen, z.B. der Verknüpfung oder Zusammenführung von Teilmodellen sowie der Prüfung der Datenqualität. Die Art und Tiefe der Datenstrukturierung kann nicht allgemeingültig vorgegeben werden, sondern ist zweckmäßig auf die Projektgröße, den Bauwerkstyp, die zu unterstützenden BIM-Anwendungsfälle sowie gegebenenfalls auf die Funktionalitäten der verwendeten Software abzustimmen. Ziel ist es zudem, den

manuellen Aufwand für die Datenstrukturierung zu minimieren. Eine Strukturierung wird immer für einen bestimmten Zweck aufgebaut, z.B. für die Gewerkekoordination oder Prüfung von funktionalen Anforderungen. Häufig wird einem Projektteam für bestimmte Aufgaben genau eine Unterteilung zugeordnet. Die Definition von bestimmten Strukturierungen ist eine strategische Entscheidung, die zwischen den beteiligten Partnern abgestimmt und kommuniziert wird. Dabei sind folgende Strukturierungsarten als Leitgedanken üblich:

- räumliche Strukturen (z.B. Baulose, Bauwerke, Geschosse, Zonen)
- Gewerke und Systeme (z.B. Massivbau, Trockenbau, Lüftung, Heizung)
- zeitliche Abfolgen (z.B. Bauabschnitte, Planungsabschnitte, Antragsfristen)
- Verantwortlichkeiten (z.B. Planer, Baufirma, Hersteller/Lieferant)
- EDV-Anforderungen (z.B. Dateigröße und -format, Navigationsfunktionalität)
- beschreibende Objekteigenschaften (z.B. Material, Hersteller, Kostenart, Planungsstatus, Baufortschritt, Abnahmestatus)

Je Strukturierungsart muss sichergestellt werden, dass die Daten eindeutig einer Unterteilung zugeordnet werden können. Beispielsweise sollten Elemente eines Bauwerksmodells immer genau einer räumlichen Struktur bzw. einem System zugeordnet werden. Im Folgenden werden typische Strukturierungsarten aufgezeigt. Wichtig dabei ist, dass die Strukturierung konsistent vorgenommen wird, damit eine Zusammenführung von verschiedenen Fachmodellen möglich ist.

### 4.1 Domänen

Die Domäne bezeichnet die Fachperspektive und Konzeption eines Modells. Sie wird wesentlich durch die abgebildeten technischen, funktionalen und wirtschaftlichen Aspekte des Bauwerks, seiner Erstellung und Nutzung, durch die anvisierte Modellverwendung und durch die Disziplin und Software des Modellerstellers bestimmt. Im Projekt ist die Festlegung der Domänen von der Bauwerksart, der Projektorganisation und den Softwareanwendungen abhängig. Detaillierte Anforderungen an die domänenspezifischen Fachinhalte (bestimmter Zonen) können dabei u.a. mithilfe der Modellsichten (Model View Definition nach DIN EN ISO 29481-1) definiert werden.

### 4.2 Phasen

Die Phase zeigt an, zu welchem Zeitpunkt und Zweck ein Modell erstellt wurde oder welchen

Status es aktuell hat. Phasenklassifikationen können auf der Grundlage ganz unterschiedlicher Prozessgliederungen aufgebaut werden. Die Klassifikationen können z.B. nach Projektphasen, Wertschöpfungsprozessen oder auch einzelner Bearbeitungsschritten festgelegt werden.

### 4.3 Zonen

Die Zone eines Modells gibt die räumlichen Bereiche an, über die sich ein Modell erstreckt, und stellt somit eine räumliche Gliederung des Bauprojekts z.B. auf der Grundlage von Projektstrukturplänen in Teilprojekte, Geschosse, Bauabschnitte dar. Jedoch sind dies in der Regel keine starren Strukturvorgaben, vielmehr ändern sich Zonen im Laufe der Bearbeitung. Ziel ist es deshalb, die flexiblen räumlichen Zonenstrukturen in hierarchischen Topologien zu definieren, um

- alle in den unterschiedlichen Fachmodellen abgebildeten räumlichen Bereiche und insbesondere auch ihrer Detailstufen aufzuzeigen,
- die Strukturpläne in verschiedenen Planungs- und Projektmanagementdisziplinen weiter nutzen zu können und
- die Zonen anhand ausgewählter oder speziell erstellter Modelle zu visualisieren.

### 4.4 System

Ein System ist eine Gruppierung von bestimmten Komponenten für die Beschreibung einer funktionalen Einheit. Typische Systeme sind z.B. die Technische Gebäudeausrüstung (TGA), die Medien Ver- und Entsorgung oder die Oberleitung im Bahnbereich. Die Strukturierung nach einem System ist eine wesentliche Grundlage für die simulative Auslegung der einzelnen Komponenten und des Gesamtsystems (z.B. Energiebedarfssimulation).

### 4.5 Klassifizierung

Zur Strukturierung der gemeinsamen Datenumgebung sollten einheitliche Klassifizierungssysteme verwendet werden. Typische Klassifizierungssysteme sind z.B. Kostengruppen nach DIN 276 und Raumnutzung nach DIN 277. Sinnvoll ist auch eine einheitliche Klassifizierung nach Objekttypen. Im Hochbau werden Objekttypen wie Wand, Tür, Stütze sowie Fenster und im Infrastrukturbau Widerlager, Brückenkappe, Pfeiler und Straßenoberbau verwendet.

### 4.6 Metadaten

Für die Strukturierung von Daten können auch Metadaten verwendet werden. Metadaten sind Daten, die andere Daten beschreiben, die eigentlichen primären Daten aber nicht enthalten. Metadaten werden genutzt, um Daten einfacher erfassen,

organisieren, auffinden und nutzen zu können. Metadaten sollten so gewählt werden, dass sie maschinell lesbar und auswertbar sind. Metadaten zur Beschreibung eines (Fach-)Modells können z.B. der Autor, der Bauabschnitt, die Modellnummer, die Versionsnummer und das Änderungsdatum sein.

### 4.7 Linked Data

Die Verknüpfung von Daten, beispielsweise Fachmodellen, externen Datenbanken oder Dokumenten, ist besonders wichtig. Damit eine Verknüpfung möglich ist, müssen die zu verknüpfenden Daten eindeutig mithilfe einer GUID identifizierbar sein. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung zur Anwendung des Linked-Data-Ansatzes. Beim Aufbau einer Verknüpfung zu einem bestimmten Zweck, werden somit nur die GUIDs der zu verknüpfenden Daten mit zusätzlichen beschreibenden Metadaten abgelegt. Das Konzept von Linked Data wird auch für die Umsetzung von Multi-Modellen bzw. Multi-Modell-Containern verwendet (siehe auch <https://github.com/buildingsmart/mmc>). Eine Anwendung des Multi-Modell-Containers ist der BIM-LV-Container (siehe DIN SPEC 91350), der Bauwerksmodelle (IFC-Dateien), Leistungsverzeichnisse (GAEB-Dateien), Linkmodelle (XML-Dateien) sowie eine Metadaten-datei (MultiModel.xml) enthält. Auch ein 4-D-Modell kann als Verknüpfung von Vorgängen eines Terminplans mit entsprechenden Bauwerkselementen erstellt werden. Als Metadaten werden hier häufig Informationen zur Visualisierung der Bauwerkselemente definiert.

## 5 Kooperative Bearbeitung

Während der Planung, Erstellung und dem Betrieb eines Bauwerks müssen die Inhalte der Modelle unterschiedlicher Fachdisziplinen auf Grundlage von vereinbarten Abläufen zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten ausgetauscht werden. Das Ziel des Datenmanagements ist es, mit einer gemeinsamen Datenumgebung eine Plattform für einen solchen Informationsaustausch zur Verfügung zu stellen. Hierzu bietet das Datenmanagement Vorgehensweisen und Techniken zur Unterstützung der kooperativen Bearbeitung an.

### 5.1 Eigentums- und Zugriffsrechte

Eine wesentliche Grundlage für die Konsistenzhaltung der Daten ist die Vergabe und Verwaltung von Eigentums- und Zugriffsrechten. Mit diesen Rechten wird festgelegt, welche Art von Zugriff ein Projektteilnehmer auf welche Daten besitzt oder aber welchen Workflow dieser anstoßen darf. Durch die Vergabe der Rechte wird eine klare Verantwortlichkeit bestimmt und somit verhindert,

dass es aufgrund von nicht autorisierten Zugriffen zu Fehlern kommt. Bei der Organisation der Rechte können einem Projektbeteiligten unterschiedliche Rollen zugewiesen werden, die wiederum mit unterschiedlichen Kompositionen von Rechten verknüpft sind. Grundsätzlich können diese Rollen und die zugehörigen Rechte nach Bedarf definiert werden, jedoch ist es empfehlenswert, diese Hierarchie möglichst nah an der Organisation des zugrunde liegenden Bauprojekts zu halten. Grundsätzlich können die folgenden Rechte unterschieden werden:

- Anlegen
- Lesen
- Aktualisieren
- Löschen
- Ausführen (von Workflows)

Eigentums- und Zugriffsrechte können nicht nur für Einzelelemente eines Fachmodells (z.B. ein spezifischer Nutzer, ein einzelnes Bauteil), sondern auch in größeren, granularen Einheiten (z.B. ein disziplinabhängiges Teilmodell, ein Bauabschnitt) vergeben werden. Auf diese Weise kann die Vergabe der Rechte besser an die Struktur und die Anforderungen eines Bauprojekts angepasst werden. Die Rechtevergabe sollte mit einer Dokumentation verknüpft werden, sodass die Verantwortlichkeiten bei eventuellen späteren Fragestellungen eindeutig geklärt sind.

## 5.2 Lieferung von Modellinhalten

Die kooperative Zusammenarbeit setzt voraus, dass Daten zwischen den einzelnen Projektbeteiligten zu bestimmten Zeitpunkten ausgetauscht werden. Der Austausch erfolgt über die gemeinsame Datenumgebung. Ein bilateraler Austausch ohne die Ablage der Daten in der gemeinsamen Datenumgebung ist zu vermeiden. Damit jedem Projektbeteiligten für die jeweiligen Prozesse die erforderlichen und aktuellsten Daten zur Verfügung stehen, müssen erstellte Modellinhalte zu vereinbarten Zeitpunkten vom Ersteller in die gemeinsame Datenumgebung eingestellt werden. Hierzu wird ein entsprechender Zeit- und Leistungsplan vertraglich festgelegt. Die gemeinsame Datenumgebung verwaltet die Lieferung neuer oder veränderter Daten.

Die Prozesse zur Datenverwaltung sollten unterstützt werden, indem zu Beginn eines Projekts für die Datenübergabepunkte zwischen den Beteiligten sogenannte Austauschforderungen festgelegt werden. Eine solche Austauschforderung legt in Form eines Datensatzes fest, welche Inhalte das Modell zu dem jeweiligen Übergabezeitpunkt enthalten muss. Diese Anforderungen können sowohl

vom Modellersteller als auch vom Koordinator verwendet werden, um die gelieferten Inhalte hinsichtlich ihrer Vollständig- und Korrektheit zu prüfen. Als Grundlage für die Definition von Inhalten kann DIN EN ISO 29481-1 angewendet werden.

Wie häufig relevante Daten eingestellt werden, muss im Projekt je Partner, Prozess und Anwendungsfall vertraglich festgelegt werden. Die Anzahl und Frequenz festgelegter Zeitpunkte wird auch als Austauschhäufigkeit bezeichnet. Diese ist im Wesentlichen von der Intensivität der Kooperation und Koordination einzelner oder mehrerer Partner über bestimmte Zeiträume abhängig. Die Häufigkeit und der Umfang der Daten, die in die gemeinsame Datenumgebung eingepflegt werden, haben einen Einfluss auf die technische Realisierung. Die gemeinsame Datenumgebung muss die vereinbarte Austauschhäufigkeit, die unter Umständen mit großen Datenmengen verknüpft ist, ermöglichen.

Alle Modellinhalte müssen vor einer Weitergabe, gegebenenfalls im Rahmen eines Koordinationsmodells (siehe Abschnitt 5.3), hinsichtlich verschiedener Anforderungen geprüft werden (siehe Abschnitt 5.4). Daraus ergibt sich, dass Modellinhalte erst als sichere Datengrundlage für nachfolgende Prozesse verwendet werden können, wenn sie diese Prüfung durchlaufen haben.

Planungsstände werden verwendet, um zu kennzeichnen, in welchem Status sich ein eingepflegtes Fachmodell befindet und ob die enthaltenen Daten verwendet werden können. Ein digitaler Planungsstand ist ein (Zwischen-)Ergebnis einer bestimmten Planungsleistung, der gespeichert und gegebenenfalls für andere Planungsbeteiligte zur Verfügung gestellt oder freigegeben wird. Auf diese Weise bildet das Datenmanagement die verschiedenen Bearbeitungsstände und somit Reifegrade der jeweiligen Fachmodelle ab, die eine wesentliche Grundlage für die kooperative Bearbeitung von Modellen ist. Beispiele für solche Planungsstände können „geliefert“, „in Bearbeitung“, „archiviert“ oder aber „freigegeben“ sein.

## 5.3 Koordination von Modellen

Ein Koordinationsmodell wird zum Zweck der Qualitätssicherung des Gesamtprojekts erstellt. Dieses wird aus den Fachmodellen zusammengestellt, deren gemeinsame Konsistenz geprüft werden soll. Im Koordinationsmodell können sowohl geometrische Kollisionen als auch andere Inkonsistenzen, z.B. Modellelemente mit derselben Identifikation, festgestellt werden. Auch die Einhaltung vereinbarter Projektstandards (Modellierungsfeh-

ler, falsche Elementtypen usw.) kann hiermit geprüft werden.

Nach dem Auffinden von Inkonsistenzen müssen diese korrigiert werden. Es sind Verantwortlichkeiten festzulegen und die notwendigen Daten (z.B. Lage des Fehlers, Maßnahmen, Zeitrahmen, Dringlichkeit) zur Verfügung zu stellen. Die Fehlerbeseitigung wird in den jeweiligen Fachmodellen vorgenommen und muss nachvollziehbar dokumentiert werden. Anschließend werden die verbesserten Fachmodelle wieder in die gemeinsame Datenumgebung eingestellt, in einem Koordinationsmodell zusammengeführt und erneut überprüft (siehe Bild 2).

Ergibt die erneute Prüfung eine hinreichende Qualität und Fehlerfreiheit, so sind die beteiligten Fachmodelle als Arbeitsgrundlage für eine Weitergabe an den nächsten Arbeitsschritt geeignet. Dieses ist sinnvollerweise durch einen entsprechenden Modellstatus zu kennzeichnen. Koordinationsmodelle leisten damit einen Beitrag zur Qualitätssicherung der Gesamtheit aller Teilmodelle in der aktuellen Bearbeitungsphase. Ziel ist hierbei das Erkennen und das Beseitigen von Fehlern in den Ursprungsmodellen und nicht das Erstellen eines eigenständigen Modells zur Weitergabe an den nächsten Bearbeitungsschritt. Das Erstellen von Koordinationsmodellen erfolgt je nach Intention in regelmäßigen Abständen zur Qualitätssicherung oder bei Bedarf zum Zwecke der Weitergabe bedarfsgerechter Daten, die in formaler und inhaltlicher Hinsicht den im Projekt vereinbarten Qualitätsanforderungen entsprechen. Je nach Aufgabenstellung entstehen dabei Koordinationsmodelle mit unterschiedlichem Inhalt.

#### 5.4 Qualitätssicherstellung

Bei der Arbeit mit digitalen Bauwerksmodellen müssen die enthaltenen Daten fehlerfrei und konsistent gehalten werden, damit die einzelnen Fachmodelle die vertraglich vereinbarten Anforderungen erfüllen.

Die Prozesse, wie die Qualität in Zusammenarbeit der einzelnen Akteure geprüft und sichergestellt werden kann, sind zu definieren. Die Durchführung dieser Prozesse muss von der gemeinsamen Datenumgebung unterstützt werden und sie muss die vorgeschlagenen Prüfläufe ermöglichen.

Das Ergebnis eines durchgeführten Prüflaufs ist im Rahmen des Datenmanagements zu dokumentieren und dient einerseits der Kommunikation, um fehlende oder fehlerhafte Modellierungen nacharbeiten zu lassen, und andererseits dazu, die eigene

Leistungserfüllung festzuhalten und transparent zu machen.

#### 5.5 Varianten

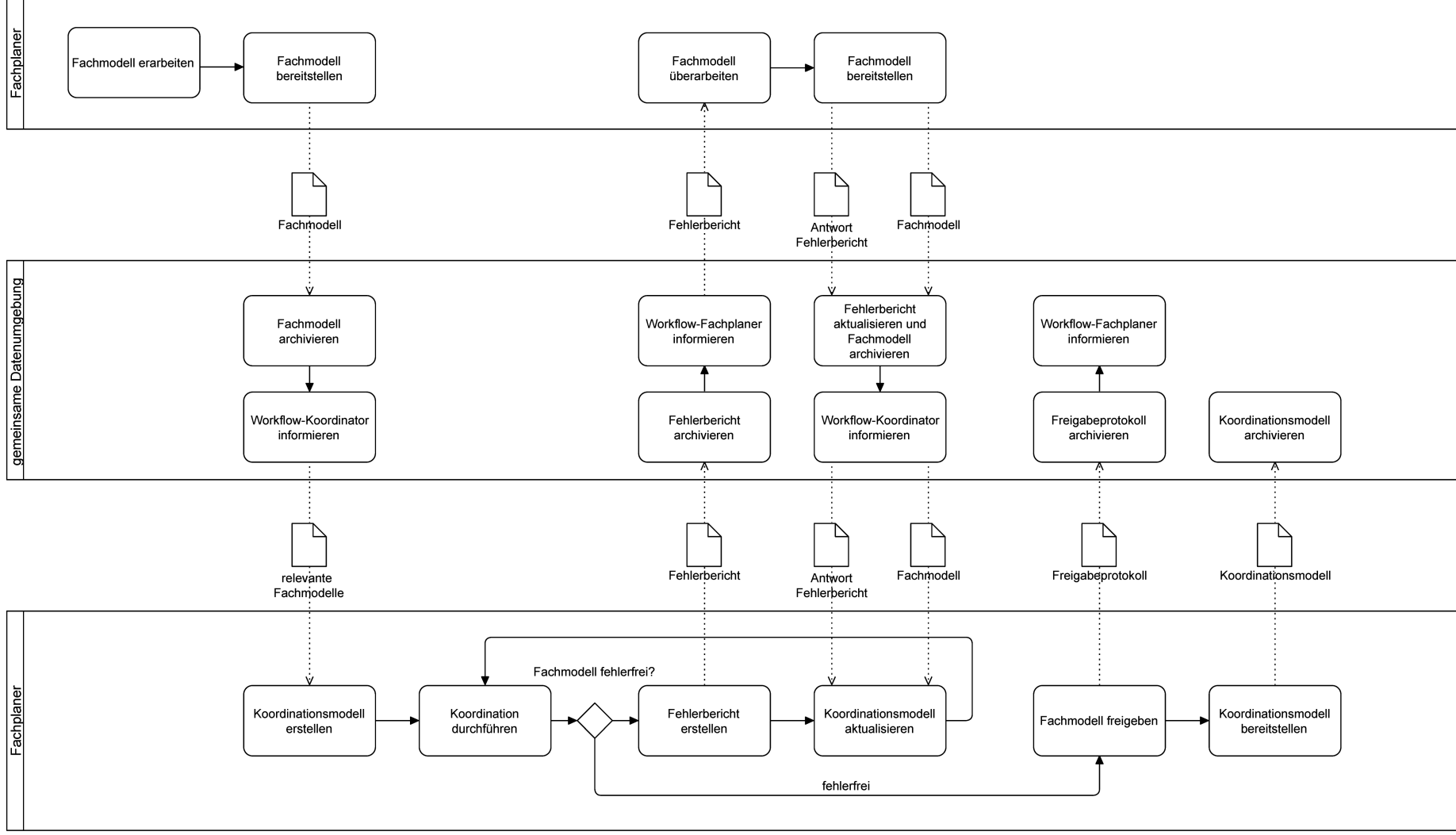
Das Erstellen von Varianten aus einer initialen Modellversion dient dem Vergleich unterschiedlicher Lösungen, beispielsweise dem Vergleich unterschiedlicher Entwürfe von Fachplanern oder unterschiedlicher Ausführungs- und Montageverfahren. Da Modellvarianten aus demselben Ursprungsmodell hervorgehen, enthalten sie eine Vielzahl identischer Elemente (gleiche GUIDs). Die entsprechenden Teilmodelle werden daher ausschließlich alternativ verwendet. Modellvarianten müssen daher als solche gekennzeichnet werden, um eine gleichzeitige Verwendung zu erkennen und auszuschließen. Die einzelnen Modellvarianten werden als Fachmodell im Kontext mit anderen Modellen geprüft (siehe Abschnitt 5.3).

Ziel einer Variantenbildung ist der Vergleich hinsichtlich bestimmter Optimierungskriterien (z.B. geringere Kosten, besserer Wärmeschutz, leichtere Montage). Die Einzelergebnisse je Variante für das betrachtete Optimierungskriterium sowie die Ergebnisse des Vergleichs aller Varianten werden in der Regel in separaten Dokumenten festgehalten. Diese sollten ebenfalls in der gemeinsamen Datenumgebung abgelegt werden. Der Bezug zwischen Modellvariante und der Dokumentation eines Simulationsergebnisses oder einer Kostenermittlung sollte in der gemeinsamen Datenumgebung erkennbar sein, damit Ursache (Variante) und Wirkung (Ergebnis) nachvollziehbar sind.

#### 5.6 Dokumentation und Archivierung

Zur späteren Nachvollziehbarkeit aller Prozesse sowie Entscheidungen muss der Verlauf des Bauprojekts innerhalb der gemeinsamen Datenumgebung dokumentiert und archiviert werden. Diese Dokumentation besteht üblicherweise, einschließlich der Originaldateien der Modelle in den Planungsständen, aus einer Reihe von schriftlichen und damit menschenlesbaren Dokumenten. Hier können auch passende Ansichten der Modelle mit Hervorhebungen eingearbeitet sein. Weiter beinhaltet die Dokumentation üblicherweise eine Reihe von Modellansichten in einem Viewer-Format (3-D-PDF, BCF usw.), um Besonderheiten hervorzuheben. Alle wichtigen Daten sollten im originalen Dateiformat und in einem offenen Dateiformat (PDF/a für menschenlesbare Dokumente und IFC o.Ä. für Modellstände) übergeben werden.

Bild 2. Koordinationsmodell



## 6 Technische Umsetzung

Die digitalen Daten müssen persistent und nachvollziehbar abgelegt werden. Hierbei sind je nach Anforderung die Konzepte der kooperativen Bearbeitung (siehe Abschnitt 5) zu berücksichtigen. Einmal abgelegte Daten dürfen nicht mehr gelöscht werden, damit zum einen vorhandene Verknüpfungen weiterhin gültig sind und zum anderen Änderungen nachvollzogen werden können. Die technische Realisierung einer gemeinsamen Datenumgebung orientiert sich an den definierten Funktionsbausteinen (siehe Abschnitt 3). Im Folgenden werden typische technische Umsetzungen einer gemeinsamen Datenumgebung vorgestellt.

### 6.1 Gemeinsame Dateiablage

Eine gemeinsame Dateiablage bietet üblicherweise keine direkte Unterstützung der Qualitätssicherungs- und Koordinationsprozesse. Das Datenmanagement erfolgt hier ausschließlich manuell. Einfache und traditionelle Umsetzungen verwenden über verschiedene Protokolle geteilte Netzlaufwerke, FTP-Server oder Network Attached Storages (NAS). Diese verlangen von den Benutzern ein gewisses Maß an Verwaltung bei der Adressierung sowie bei der Vergabe von Rechten. Aktuellere Lösungen sorgen für die automatische Synchronisation bestimmter Verzeichnisse und enthalten oft einfache Mechanismen für die Versionierung, Archivierung und Wiederherstellung. Viele Aspekte der kooperativen Bearbeitung müssen bei dieser Art von technischer Umsetzung manuell geregelt und geprüft werden. Im Folgenden wird auf die Umsetzung der einzelnen Funktionsbausteine eingegangen:

- **Workflows**  
Die gemeinsame Dateiablage unterstützt keine automatisierten Workflows. Workflows müssen daher zwischen Partnern vereinbart und manuell durchgeführt werden. Hierzu gehört z.B. der Status eines Bearbeitungsstands eines Fachmodells, der manuell gesetzt werden muss.
- **Filterung**  
In der Regel kann eine gemeinsame Dateiablage vereinfacht bzgl. eines Begriffs durchsucht und somit gefiltert werden. Die Suche kann jedoch nicht auf Inhalte der Fachmodelle ausgeweitet werden. Eine Filterung nach Zeitpunkten oder Dateiartern ist auch möglich.
- **Strukturierung und Verknüpfung**  
Zur Strukturierung stehen Dateiodner und Dateinamen zur Verfügung. Bei der Umsetzung als gemeinsame Dateiablage ist die Vereinbarung von Konventionen zur Dateibenennung sehr wichtig. Eine Datei kann nur in einem Da-

teiodner abgelegt werden. Die Verknüpfung von Ordnern und Dateien ist möglich. Die Verknüpfung von zwei Dateien muss manuell definiert werden. Hierzu kann der Dateiname verwendet werden.

- **Versionierung**  
Die Versionierung auf Basis von sequenziellen Zeitpunkten wird in der Regel unterstützt. Die Anzahl von Versionen einer Datei ist häufig beschränkt. Die Vergabe von Versions- und Revisionsnummern sollte mithilfe des Dateinamens erfolgen. Hierzu sind geeignete Konventionen zu definieren.
- **Zugriffsrechte**  
Der Zugriff auf die Dateien und Dateiodner kann heutzutage individuell definiert werden. Es lassen sich auch Gruppenzugriffsrechte definieren. Die Festlegung von Zugriffsrechten erfolgt manuell und kann je nach System sehr aufwendig sein.
- **Datenhaltung**  
Es werden einzelne Dateien gespeichert. Somit umfasst die kleinste Einheit eine Datei. Es können automatische Backups angelegt werden. Die Datensicherheit kann in der Regel gewährleistet werden. Häufig wird auch eine automatische Synchronisation mit einem lokalen Dateiodner angeboten.

### 6.2 Dokumentenmanagementsystem

Ein Dokumentenmanagementsystem bildet ein zentrales digitales Archiv für Dateien, die häufig bestimmte Dokumente repräsentieren. Zusätzliche Daten (Metadaten) wie die Art der Datei, das Erstellungsdatum, Schlagwörter oder auch komplette Texte werden in einer Datenbank abgelegt. Anhand dieser Informationen können die Dateien jederzeit gefunden und abgerufen werden. Darüber hinaus stehen häufig Funktionen, wie die automatische Verteilung von Dateien, Möglichkeiten der Zugriffsüberwachung, eine automatische Dateibenennung oder der Aufbau von Verknüpfungen, zur Verfügung. Im Folgenden wird auf die Umsetzung der einzelnen Funktionsbausteine eingegangen:

- **Workflows**  
Ein Dokumentenmanagementsystem stellt einfache Workflows zur Verteilung, Einordnung, Statusänderung und Annotation von Dateien zur Verfügung.
- **Filterung**  
Zur Filterung stehen im Wesentlichen die Metadaten zur Verfügung. In der Regel können die Metadaten frei definiert werden, sodass eine komplexe Filterung möglich ist. Die Filter kön-

nen in der Regel gespeichert und somit wieder-  
verwendet werden.

- **Strukturierung und Verknüpfung**  
Die Strukturierung kann anhand der Metadaten, Dateinamen oder auch Dateiordnern erfolgen. Eine Datei kann zu unterschiedlichen Strukturen gehören. Auch die Verknüpfung von Dateien wird entweder auf Basis der Metadaten oder durch andere Funktionen unterstützt.
- **Versionierung**  
Ein Dokumentenmanagementsystem unterstützt in der Regel eine vollständige Versionierung der Dateien bzw. Dokumente. Versionsnummern können erzeugt und abgefragt werden. Falls es sich um Texte handelt, können Möglichkeiten zum Vergleich vorhanden sein.
- **Zugriffsrechte**  
Es können in der Regel sehr komplexe und detaillierte Zugriffsrechte vergeben werden. Für die Zugriffsrechte können auch Zeitlimits definiert werden. Die Zugriffsrechte können automatisch anhand von Metadaten vergeben werden.
- **Datenhaltung**  
Die Dateien werden in der Regel auf einem Dateisystem gespeichert. Zusätzlich wird eine Datenbank für die Metadaten bereitgestellt. Die Datenhaltung wird dabei vollständig vom Dokumentenmanagementsystem kontrolliert. Umfangreiche Maßnahmen zur Datensicherheit können umgesetzt werden. Funktionen zum automatischen Backup sind in der Regel verfügbar.

### 6.3 Modellbasierte Projektplattform

Modellbasierte Projektplattformen ermöglichen die Kollaboration auf Basis von digitalen Bauwerksmodellen. Diese erweitern das Client-Server-System des einfachen Dokumentenmanagementsystems um eine Datenbank zur Speicherung von Bauwerksmodellen. Grundlage der Datenbank ist im Allgemeinen ein objektorientiertes Datenschema. Um die Anbindung unterschiedlicher BIM-Anwendungen zu erleichtern, werden dabei insbesondere offene Datenaustauschformate wie die Industry Foundation Classes (DIN EN ISO 16739) eingesetzt. Darüber hinaus bieten modellbasierte Projektplattformen die folgenden Ergänzungen zu den Funktionalitäten der Dokumentenmanagementsysteme (siehe Abschnitt 6.2):

- **Workflows**  
Eine Projektplattform unterstützt Workflows im Projekt durch Verteilung, Einordnung, Statusänderung und Annotation von dazugehörigen Daten. Eine automatisierte Kontrolle des Workflows erfolgt durch entsprechende Regelset-

zung. Es werden Workflows zur Unterstützung der kooperativen Zusammenarbeit bereitgestellt.

- **Filterung**  
Die Filterfunktionalität wird erweitert auf Basis von Objekten, Klassen, Attributen, Methoden und Model-View-Definitionen (MVD).
- **Strukturierung und Verknüpfung**  
Die Strukturierung wird erweitert, um Metadaten, Objekte und Objektverknüpfungen sowie Model-View-Definitionen (MVD) mit einbeziehen zu können.
- **Versionierung**  
Die Versionierung kann auch eine modellbasierte Versionierung, die auch auf Objekt- und Attributebene anwendbar ist, unterstützen.
- **Zugriffsrechte**  
Die Zugriffsrechte können auf Objekt- und Attributebene (Gruppen, Personen, Zeitrestriktionen usw.) definiert werden.
- **Datenhaltung**  
Alle Daten liegen in Datenbanken vor. Die Konsistenz muss gewährleistet sein.

## 7 Datenhoheit, Datenschutz und Rechte

Bei der Umsetzung einer gemeinsamen Datenumgebung muss sichergestellt werden, dass der Auftraggeber jederzeit Zugriff auf sämtliche Daten besitzt. Dieser sichergestellte Zugriff wird als Datenhoheit bezeichnet. Die Datenhoheit kann am einfachsten sichergestellt werden, wenn der Auftraggeber die gemeinsame Datenumgebung zentral zur Verfügung stellt. Sollte dies nicht möglich sein, sollte der Auftraggeber jederzeit die Möglichkeit besitzen, den kompletten Datenbestand in Form eines Backups sichern zu können. Dies sollte in einem solchen Fall auch regelmäßig erfolgen. Die Projektbeteiligten sollten daher zwingend eine vertragliche Regelung in Bezug auf die Datenhoheit der gemeinsamen Datenumgebung festlegen [1].

Datensicherheit dient dem Schutz vor Gefahren, der Vermeidung von wirtschaftlichen Schäden und der Minimierung von Risiken. Die gemeinsame Datenumgebung sollte daher von einem Anbieter betrieben werden, der nach DIN EN ISO/IEC 27001 zertifiziert wurde. Des Weiteren sollten Vorkehrungen gegen Datenmissbrauch getroffen werden. Hierzu gehören sichere Passwörter und die Verschlüsselung der Daten. Es sollte vertraglich geregelt werden, dass Passwörter regelmäßig geändert und niemals weitergegeben werden. Durch die Festlegung von Vertraulichkeiten und individuellen Zugriffsrechten können auch Vorkehrungen gegen Datenmissbrauch getroffen werden. Daher ist es

auch sinnvoll, eine Protokollierung der Zugriffsaktivitäten vorzunehmen, um nachvollziehen zu können, wer und zu welchem Zeitpunkt eine bestimmte Aktion durchgeführt hat.

Beim Datenschutz geht es um die Verwendung und Sicherheit der personenbezogenen Daten. Der Anbieter der gemeinsamen Datenumgebung muss die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Regelungen gewährleisten. In einigen Fällen dürfte es angezeigt sein, sich vor Beginn der Projektarbeiten eine datenschutzrechtliche Einwilligungserklärung der Projektbeteiligten einzuholen [1].

Bestimmte Daten oder Modelle, die in der gemeinsamen Datenumgebung gespeichert werden, sind urheberrechtlich geschützt. Es sollten daher im Rahmen des Vertragsabschlusses die Nutzungsrechte geregelt werden. Die Nutzungsbefugnisse sollten auch den späteren Zeitraum der Bewirtschaftungsphase abdecken [1]. Die Bauwerksmodelle können vom Auftraggeber im Rahmen des Betriebs oder Umbaus auch später verändert werden. Daher muss dem Auftraggeber auch ein Recht zur Veränderung der Modelle eingeräumt werden. Eine vertragliche Regelung der Änderungsrechte ist deshalb erforderlich [1].

## Schrifttum

### Technische Regeln

DIN EN ISO 29481-1:2016-12 Bauwerks-Informations-Modelle; Informations-Lieferungs-Handbuch; Teil 1: Methodik und Format (ISO 29481-1:2016); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 29481-1:2016 (Building information models; Information delivery manual; Part 1: Methodology and format (ISO 29481-1:2016); German and English version prEN ISO 29481-1:2016). Berlin: Beuth Verlag

DIN 276:2017-07 (Entwurf) Kosten im Bauwesen (Building costs). Berlin: Beuth Verlag

DIN 276 Kosten im Bauwesen (Building costs). Berlin: Beuth Verlag

DIN 277 Grundflächen und Rauminhalte im Bauwesen (Areas and volumes of buildings). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 29481-1:2016-12 Bauwerks-Informations-Modelle; Informations-Lieferungs-Handbuch; Teil 1: Methodik und Format (ISO 29481-1:2016); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 29481-1:2016 (Building information models; Information delivery manual; Part 1: Methodology and format (ISO 29481-1:2016); German and English version prEN ISO 29481-1:2016). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO 16739:2017-04 Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im

Anlagenmanagement (ISO 16739:2013); Englische Fassung EN ISO 16739:2016, nur auf CD-ROM (Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries (ISO 16739:2013); English version EN ISO 16739:2016, only on CD-ROM). Berlin: Beuth Verlag

DIN EN ISO/IEC 27001:2017-06 Informationstechnik; Sicherheitsverfahren; Informationssicherheitsmanagementsysteme; Anforderungen (ISO/IEC 27001:2013 einschließlich Cor 1:2014 und Cor 2:2015); Deutsche Fassung EN ISO/IEC 27001:2017 (Information technology; Security techniques; Information security management systems; Requirements (ISO/IEC 27001:2013 including Cor 1:2014 and Cor 2:2015); German version EN ISO/IEC 27001:2017). Berlin: Beuth Verlag

DIN SPEC 91350:2016-11 Verlinkter BIM-Datenaustausch von Bauwerksmodellen und Leistungsverzeichnissen (Linked BIM data exchange comprising building information model and specified bill of quantities). Berlin: Beuth Verlag

VDI 1000:2017-02 VDI-Richtlinienarbeit; Grundsätze und Anleitungen (VDI Standardisation Work; Principles and procedures). Berlin: Beuth Verlag

### Literatur

- [1] *Hömme, G.*: BIM und Recht. *Eschenbruch, K.; Leupertz, S.* (Hrsg.), Werner Verlag 2016, S. 192–214