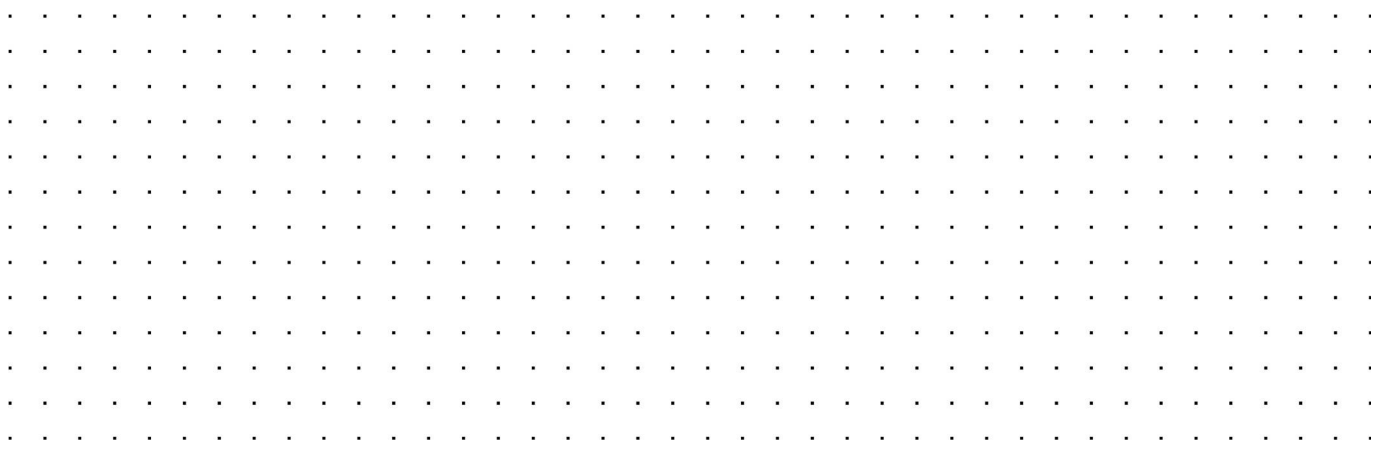


Building Information Modeling

Grundzüge einer open BIM Methodik für die Schweiz
Version 1.0 - 15. Februar 2015



Autor

Claus Maier

Projektteam

Erich Ott

Sebastian Sailer

Christoph Haas

Marco Büchler

Pascal Frossard

Ernst Basler + Partner AG
Mühlebachstrasse 11
8032 Zürich
Telefon +41 44 395 16 16
info@ebp.ch
www.ebp.ch

Vorwort

Das vorliegende Dokument stellt Ergebnisse und Erkenntnissen dar, die im Rahmen eines Entwicklungsprojektes bei Ernst Basler + Partner erarbeitet worden sind und hinsichtlich der praktischen Umsetzung darauffolgend im Rahmen eines Pilotprojektes geprüft wurden. Am Pilotprojekt haben die folgenden Firmen mitgewirkt:

- Ernst Basler + Partner
- Herzog & de Meuron
- ZPF-Ingenieure AG
- Gruner AG

Das Ziel des Entwicklungsprojekts bestand darin, eine BIM-Methodik zu erarbeiten, welche die Planungssicherheit für Planer und Bauherrschaft erhöht, die konform mit den bestehenden Normen und Regelungen der SIA ist und die als softwareunabhängige Methodik durch möglichst viele Planer in der Schweiz umgesetzt werden kann.

Das vorliegende Dokument obliegt den **creative commons** Lizenzen, **-by** (created by), wonach Texte und Grafiken bei Nennung von Ernst Basler + Partner als Quelle kopiert werden dürfen und **-nd** (no derivative), die einschränkt, dass die Weiterverwendung nur in identischer Form erlaubt ist.

(näheres siehe www.creativecommons.ch)

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	2
1.1	BIM Definition und Abgrenzung	2
1.2	Ziel und Zweck dieses Dokumentes.....	2
2	BIM Vorgaben und Ziele.....	3
2.1	Allgemeine BIM Ziele	3
2.2	Ziele der „OpenBIM“ Methodik.....	3
2.3	Weitere BIM-Ziele	5
3	Ablauf und Projektorganisation	6
3.1	Verantwortlichkeiten und Abläufe	6
3.2	BIM Projektabwicklungsplan.....	6
3.3	Rollen im BIM Planungsablauf	8
3.4	Ablauf und Vorgehen im Planungsteam.....	9
3.5	„Datenauszüge“ – Meilensteine für den Phasenabschluss	10
4	SIA Planungsphasen und Bearbeitungstiefen	12
4.1	Grundsätzliches zu Bearbeitungstiefen von Fachmodellen	12
4.2	Bearbeitungstiefen nach SIA Phasen	12
4.3	Arbeitsabläufe und Datenauszüge	22
4.4	Phasenziele.....	22
	Die Phasenziele	22
4.5	Prüfpunkte	24
5	Die BIM Datenmodelle	25
5.1	Objektorientierter Planungsaufbau des IFC-Datenformates	25
5.2	Digitales Raumbuch	27
5.3	Aggregations- / Koordinierungsmodell.....	27
5.4	Das Architekturmodell.....	28
5.5	Die Gebäudetechnikmodelle	30
5.6	Das Tragwerksmodell.....	32
6	Weitere Grundlagen und Festlegungen.....	33
6.1	Einheiten	33
6.2	Projektnullpunkt und Koordinaten.....	33
6.3	Software.....	33
6.4	Modellgenauigkeit.....	34
6.5	Regeln zur Modellierung	34
6.6	Modellgliederung.....	35
6.7	Veröffentlichung und Dokumentation von BIM-Modellen.....	35
6.8	Qualitätssicherung der Fachmodelle.....	35
7	Begriffe und Richtlinien	36
7.1	Begriffsdefinitionen.....	36
7.2	Normen und Grundlagen	38

1 Einführung

1.1 BIM Definition und Abgrenzung

BIM (Building Information Modeling) beschreibt eine Methode der optimierten Planung, Umsetzung und Betriebs im Bauwesen, bei der die im Zuge der Planung erstellten Daten und Informationen digital erfasst, kombiniert und zueinander referenziert werden. Durch die gegenseitige Referenzierung entsteht rund um das Bauwerk eine Datenbank mit objektbezogenen, geometrischen und alphanumerischen Informationen. Damit können Abstimmungen erfolgen und Erkenntnisse gewonnen werden, die weit über die Möglichkeiten konventioneller CAD Planung hinausreichen und über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerkes Nutzen bringen.

1.2 Ziel und Zweck dieses Dokumentes

Das vorliegende Dokument beschreibt eine BIM Methodik, die sich an den Vorgaben der Phasengliederung der SIA 112 orientiert. Der Fokus liegt auf der Planung und darin speziell auf den in *Abbildung 1: BIM Anwendungsziele* hervorgehobenen Themen.

Basierend auf dem Softwareaustauschformat IFC wird eine softwareunabhängige „open BIM“ Methodik aufgezeigt. Sie respektiert zudem die Verantwortlichkeiten und rechtlichen Randbedingungen der in der Schweiz üblichen Planungsabläufe. Dadurch wird einer grossen Anzahl von Planern ermöglicht, die Methodik in einem Projekt umzusetzen.

Nachfolgend werden hierzu vereinfacht sowohl BIM-spezifische Vorgaben aufgezeigt, als auch Modellierungs- und Zusammenarbeitsprozesse beschrieben.

2 BIM Vorgaben und Ziele

2.1 Allgemeine BIM Ziele

Die Ziele einer Planung mit BIM Methodik können vielfältig sein und unterschiedliche Phasen im Lebenszyklus einer Immobilie betreffen, wie dies beispielhaft in *Abbildung 1: BIM-Anwendungsziele* aufgezeigt ist.

Generell gilt, dass Ziele und Vorgaben zur BIM Methodik zu Beginn der Planung in Abstimmung mit der Bauherrschaft in einem BIM Projektabwicklungsplan festgehalten werden müssen. Die Inhalte dieses Dokumentes werden im Kapitel 3.2 beschrieben.

2.2 Ziele der „open BIM“ Methodik

Die Ziele der hier beschriebenen Methodik lassen sich wie folgt formulieren:

- Erhöhung der Planungssicherheit für Bauherren und Planer durch ein virtuell abgestimmtes Koordinationsmodell
- Verbesserung der Qualitätssicherung

Die üblichen Rollen und Verantwortlichkeiten der Architekten und Fachplaner gemäss den SIA Ordnungen sollen dabei nicht verändert werden. Der erforderliche, phasenbezogene Leistungsumfang der einzelnen Planer wird in Kapitel 4.1 skizziert.

Folgende Anwendungsziele werden typischerweise verfolgt und sind Gegenstand dieses Dokuments:

- Unterstützung des Berichtswesens zur Koordination
- Modellkonsistenz- und Kollisionsüberprüfungen
- Prüfung zu Flächen und Vorgaben des Pflichtenhefts
- Prüfungen in Zusammenhang mit gesetzlichen und normativen Vorgaben
- Massen- und Mengenermittlung
- Grundlage für ein Mängelmanagement bei den Abnahmen

Die entsprechenden Anwendungsziele sind in nachfolgender Grafik weiss hervorgehoben.

BIM – Anwendungsziele

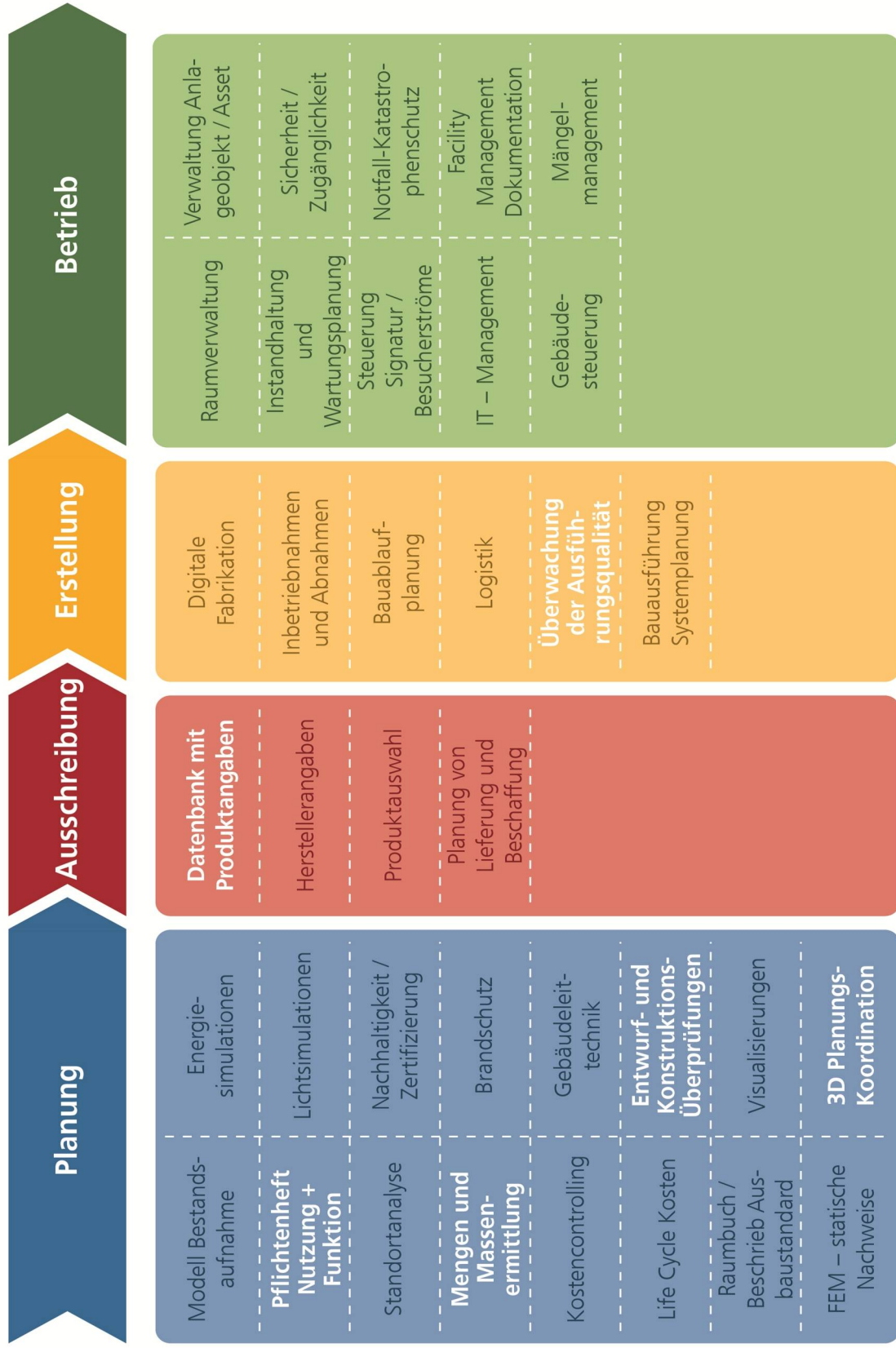


Abbildung 1 BIM Anwendungsziele



2.3 Weitere BIM-Ziele

Wie in *Abbildung 1: BIM-Anwendungsziele* aufgezeigt, sind auch weitere Themenfelder denkbar, die mit der BIM-Methodik aufgearbeitet werden können und einen Mehrwert für das Projekt darstellen. Diese leiten sich aber nicht direkt aus den Grundleistungen nach SIA ab. Sie liegen nicht im üblichen Verantwortungs- und Leistungsumfang von Planern und sind daher gesondert im Projektabwicklungsplan zu vereinbaren. Die nachfolgende Aufzählung ist nicht abschliessend und muss je nach Bedarf festgelegt werden.

Beispiele für die Planungsphase:

- Unterstützung des Facility Managements im Flächen- und Raummanagement
- Licht- und Beleuchtungssimulationen
- Simulationen zu Wind- und Umwelteinflüssen
- Systemmodelle zur Weiterverwendung für das Facility Management
- Visualisierungen (Rendering / Virtual Reality)
- Brand-, Entrauchungs- und Entfluchtungssimulationen
- Energiesimulationen
- Ermittlung des carbon footprints resp. der grauen Energie
- ...

Beispiele für die Realisierungsphase:

- Field BIM (Direkter Zugriff auf Planungsdaten auf der Baustelle)
- Bauablauf- und Terminplanung
- Montage und Werkstattplanung durch Unternehmer
- Baustellenlogistik
- Abnahmen- und Mängelmanagement
- ...

Beispiele für den Betrieb und den Unterhalt:

- Raummanagement
- Instandhaltungs- und Wartungsplanung
- Signaletik / Besucherströme
- Gebäudeautomation
- Sicherheit / Zugänglichkeit
- FM – Dokumentation
- Mängelmanagement

3 Ablauf und Projektorganisation

3.1 Verantwortlichkeiten und Abläufe

Grundsätzlich sollen die in der Schweiz etablierten und in den SIA-Ordnungen beschriebenen Strukturen, Abläufe und Verantwortlichkeiten der Planungsbeteiligten nicht verändert werden. Zur erfolgreichen Projektabwicklung sind jedoch, wie nachfolgend aufgezeigt, in einem BIM Projektabwicklungsplan zusätzliche Festlegungen und Übereinkünfte festzulegen.

3.2 BIM Projektabwicklungsplan

Der BIM Projektabwicklungsplan ist als eigenständiges Dokument oder Teil des Projekthandbuchs zu verstehen. Er enthält alle notwendigen Festlegungen zur erfolgreichen Projektabwicklung eines BIM Projektes.

Es ist wichtig, dass dieser Projektabwicklungsplan in frühen Phasen gemeinsam mit der Bauherrschaft erstellt wird. Er regelt die Zusammenarbeit, Verantwortlichkeiten und Rollen und legt die phasenbezogenen Ziele und damit die Ausarbeitungsgrade der einzelnen Objekte fest.

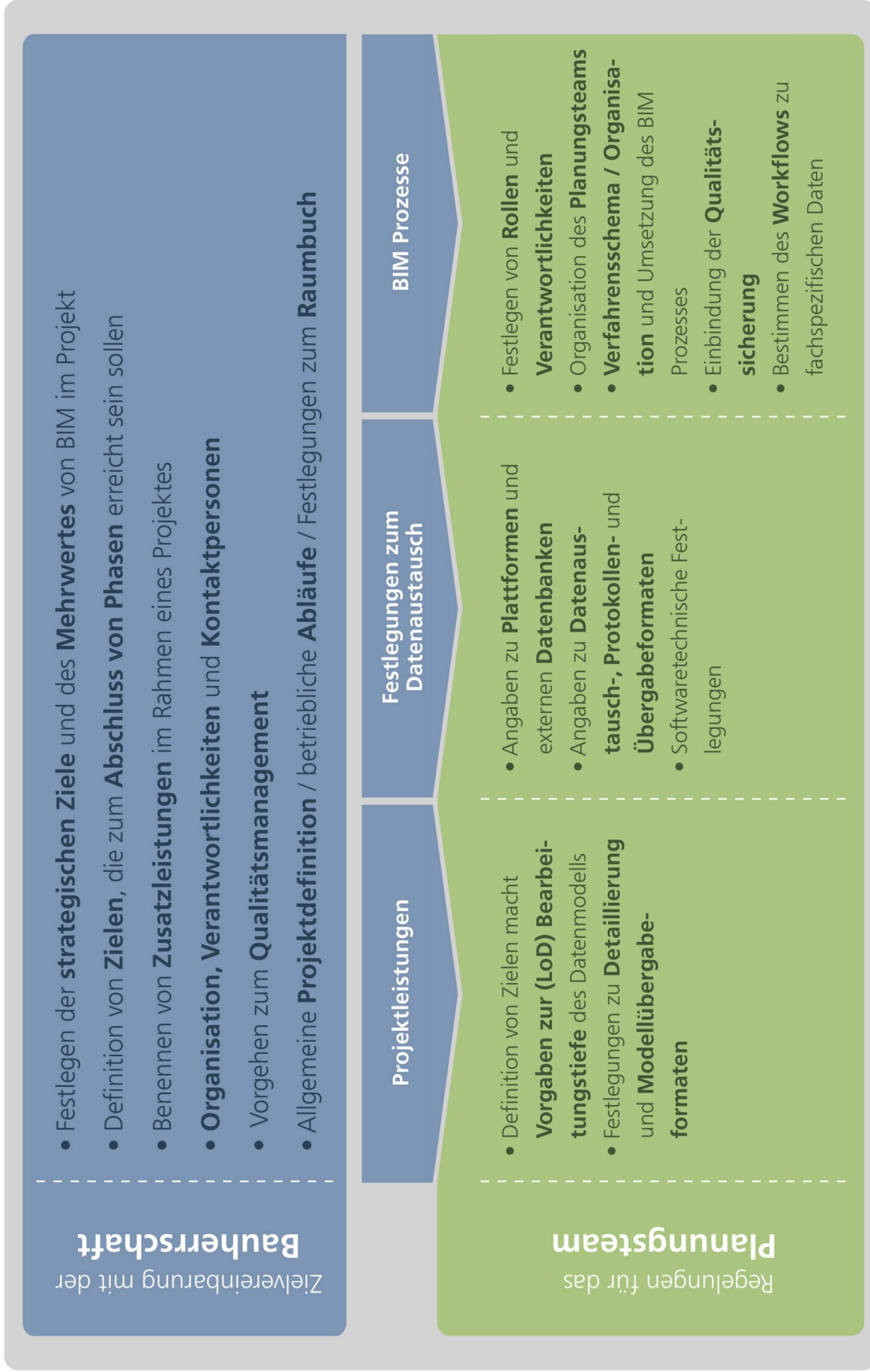
Die Ziele einer BIM Methodik sind projektspezifisch und können gegebenenfalls Leistungen einschliessen, die ausserhalb der gewohnten Zuständigkeiten und Aufgaben der Projektbeteiligten liegen (siehe Kapitel 2). Deshalb sind projektspezifisch Übereinkünfte zu Ausarbeitungsgrad, Austauschformat, Inhalten oder Prozessen erforderlich. Dies macht den BIM Projektabwicklungsplan zu einem zentralen Instrument der Projektsteuerung.

Im Normalfall empfiehlt es sich, die in den SIA Ordnungen etablierten Verantwortlichkeiten der Projektbeteiligten nicht zu verändern, jedoch den phasenbezogenen Ausarbeitungsgrad detailliert festzulegen.

Inhalte und Themen eines BIM Projektabwicklungsplanes sind:

- Festlegung der strategischen Ziele und des durch die BIM Methodik angestrebten Mehrwerts im Projekt.
- Festlegen von Aufgaben und Verantwortlichkeiten in der Modellerstellung, der Koordination und der Zusammenarbeit im Allgemeinen in den einzelnen Projektphasen.
- Angaben zum Ablauf und zur technischen Umsetzung des BIM Prozesses
- Definition von Zielen, die zu bestimmten Zeitpunkten erreicht sein sollen. Daraus lassen sich in der Folge Festlegungen zur Datenbearbeitungstiefe von Modellen ableiten.
- Benennen der zur Verfügung stehenden Datenquellen, Prüfwerkzeuge und Plattformen für den Datenaustausch

BIM – Projektentwicklungsplan



Der BIM Projektabwicklungsplan wird abhängig von weiteren Einflüssen im Projekt- und Planungsfortschritt aktualisiert und angepasst.

Das vorliegende Dokument beschreibt in diesem Sinne einen Projektabwicklungsplan, der softwareunabhängig und SIA-kompatibel ist und sich primär den in Kapitel 2.2 beschriebenen Zielen annimmt.

3.3 Rollen im BIM Planungsablauf

Um den Erfordernissen eines BIM Planungsablaufs gerecht zu werden, sind bei verschiedenen Projektbeteiligten BIM-spezifisch Rollen mit zugehörigen Aufgaben und Verantwortlichkeiten festzulegen.

Der **BIM Manager** erstellt und vereinbart – idealerweise vor Planungsbeginn – eine BIM Strategie in Zusammenarbeit mit dem Bauherrn. Er definiert die vertraglichen Anforderungen und unterstützt die Bauherrschaft in der Überwachung der gesetzten Ziele.

Auf Seite des Planungsteams und ihrer Gesamtprojektleitung ist ein **BIM Koordinator** zu benennen. Seine Aufgaben bestehen darin, den BIM Projektabwicklungsplan zu erstellen, die Abstimmung unter den **BIM Verantwortlichen** der einzelnen Fachplaner sicherzustellen und zu überwachen, dass Ausarbeitungsgrade und Datenqualität der einzelnen Fachmodelle in der geforderten Qualität und entsprechend den Anforderungen des BIM Projektabwicklungsplanes vorliegen.

BIM – Rollen im BIM Planungsablauf

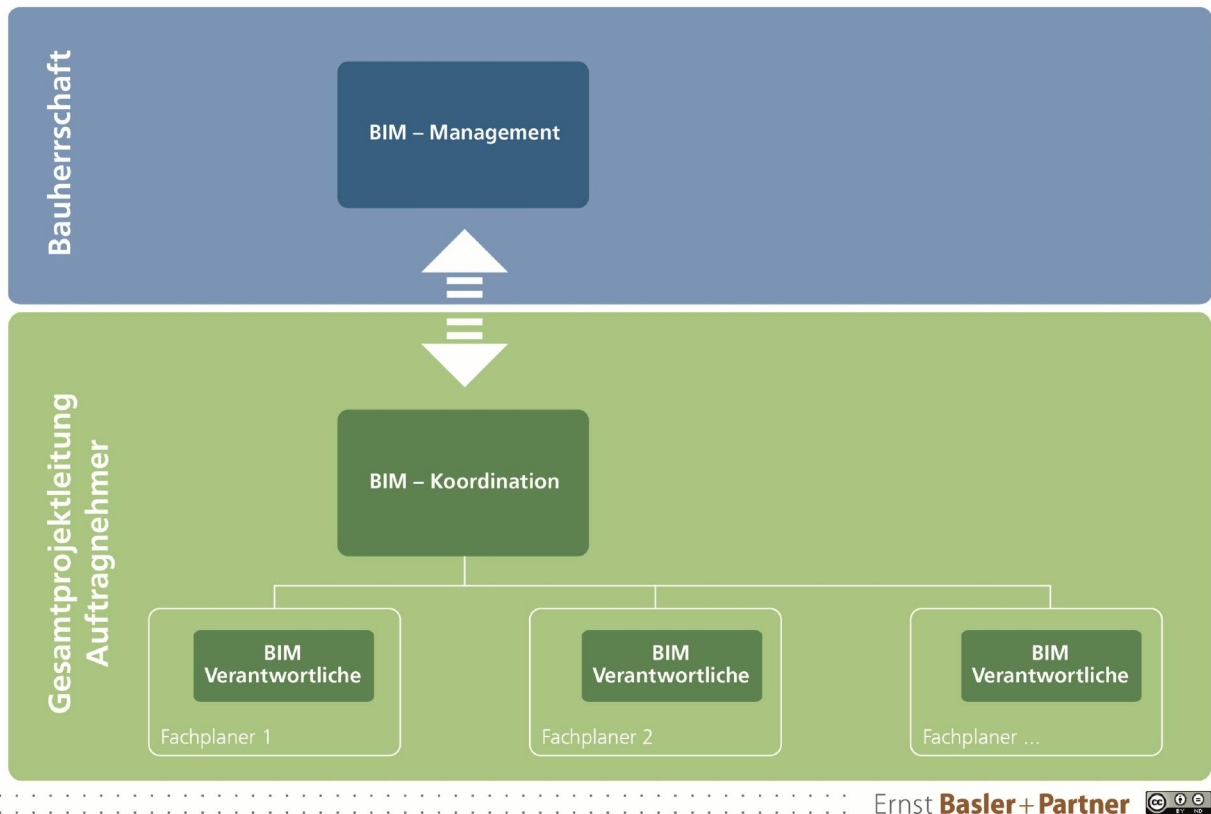


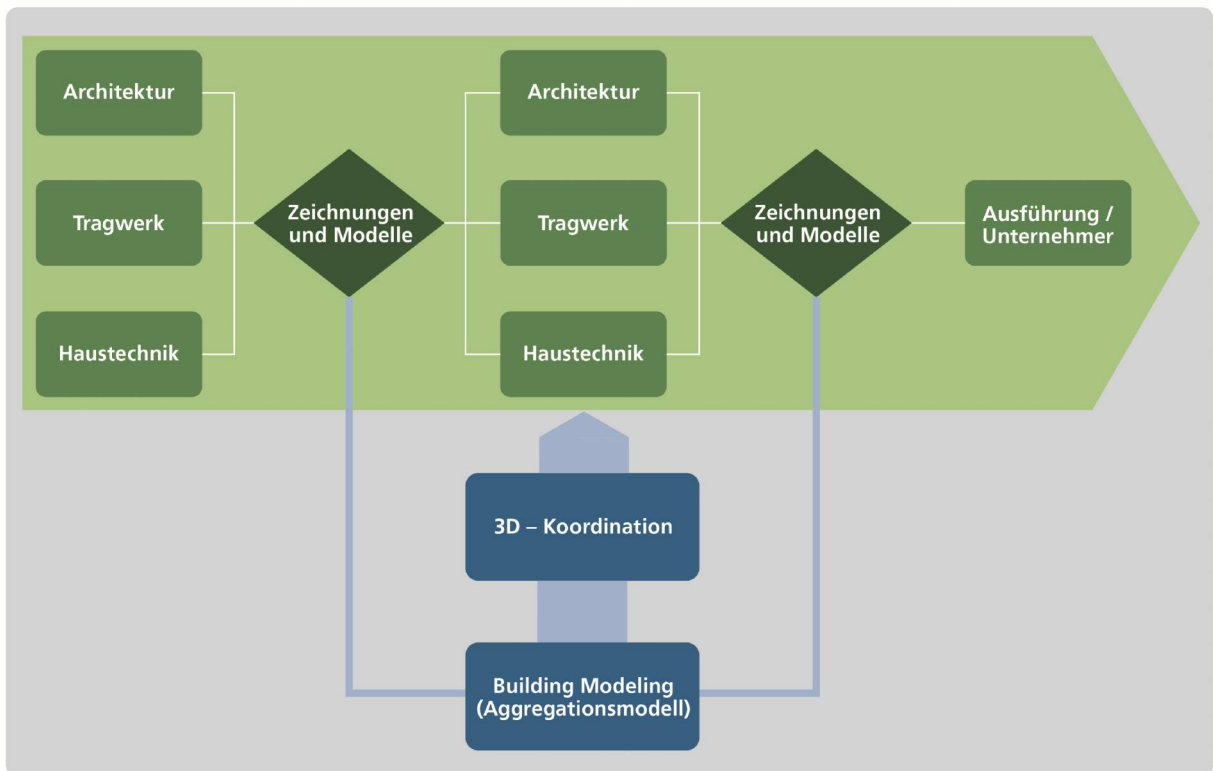
Abbildung 3: Rollen im BIM Planungsablauf

3.4 Ablauf und Vorgehen im Planungsteam

Von den einzelnen Planungsbeteiligten wird zu vorgängig festgelegten, periodischen Zeitpunkten die Abgabe ihrer dem aktuellen Planungsstand entsprechenden digitalen Fachmodelle in Form einer IFC-Datei eingefordert. Der erforderliche Ausarbeitungsgrad der Fachmodelle entspricht den im BIM-Projektentwicklungsplan festgelegten, phasengerechten Leistungen und Zielen. Diese sind beispielhaft in Kapitel 4 dargestellt.

Die einzelnen Modelle werden im gegenseitigen Vergleich hinsichtlich ihrer Datenkonsistenz überprüft. Vorhandene Konflikte werden aufgezeigt und daraus Schwerpunkte der Koordination in den folgenden Planungsschritten abgeleitet. Hierdurch wird sichergestellt, dass Differenzen und Fehler, z.B. auch in Planungsgrundlagen, frühzeitig erkannt und Probleme nicht in spätere Phasen verschleppt werden.

BIM – Prüfungsablauf



Ernst Basler+Partner 

Abbildung 4: Prüfungsablauf

Dieser iterative Prozess wird durch den BIM Koordinator geleitet. Durch gezielte Zwischenprüfungen stellt er sicher, dass die im BIM Projektabwicklungsplan mit der Bauherrschaft vereinbarten Ziele zu Phasenabschlüssen oder Zwischenständen vorliegen und durch das BIM Management verifiziert und geprüft werden können.

3.5 „Datenauszüge“ – Meilensteine für den Phasenabschluss

Zu Phasenabschlüssen und zu anderen Zeitpunkten, z.B. wenn wichtige Entscheidungen zu fällen sind, wird die Übergabe eines konsistenten Datensatzes an die Bauherrschaft festgelegt. Dies beinhaltet insbesondere das hinsichtlich Konsistenz und der Zielerfüllung überprüfte Aggregations- und Koordinationsmodell. Anhand einer solchen Momentaufnahme des Datenauszuges können – entsprechend der vorhandenen Planungstiefe – Untersuchungen und Überprüfungen zur Zielerreichung vorgenommen werden. Meilensteine dienen dem Planungsteam als Dokumentation des erreichten Zwischenstandes, der Bauherrschaft als Qualitätssicherung im Planungsprozess und bilden die Grundlage für die Freigabe der nächsten Planungsschritte resp. Planungsphase. Der Fertigstellungsgrad und die Detailtiefe, die an den Meilensteinen belastbar vorliegen soll, hängt von den im BIM Projektabwicklungsplan definierten Zielen ab (siehe Kapitel 4.2).

BIM – Datenauszug / Meilensteine

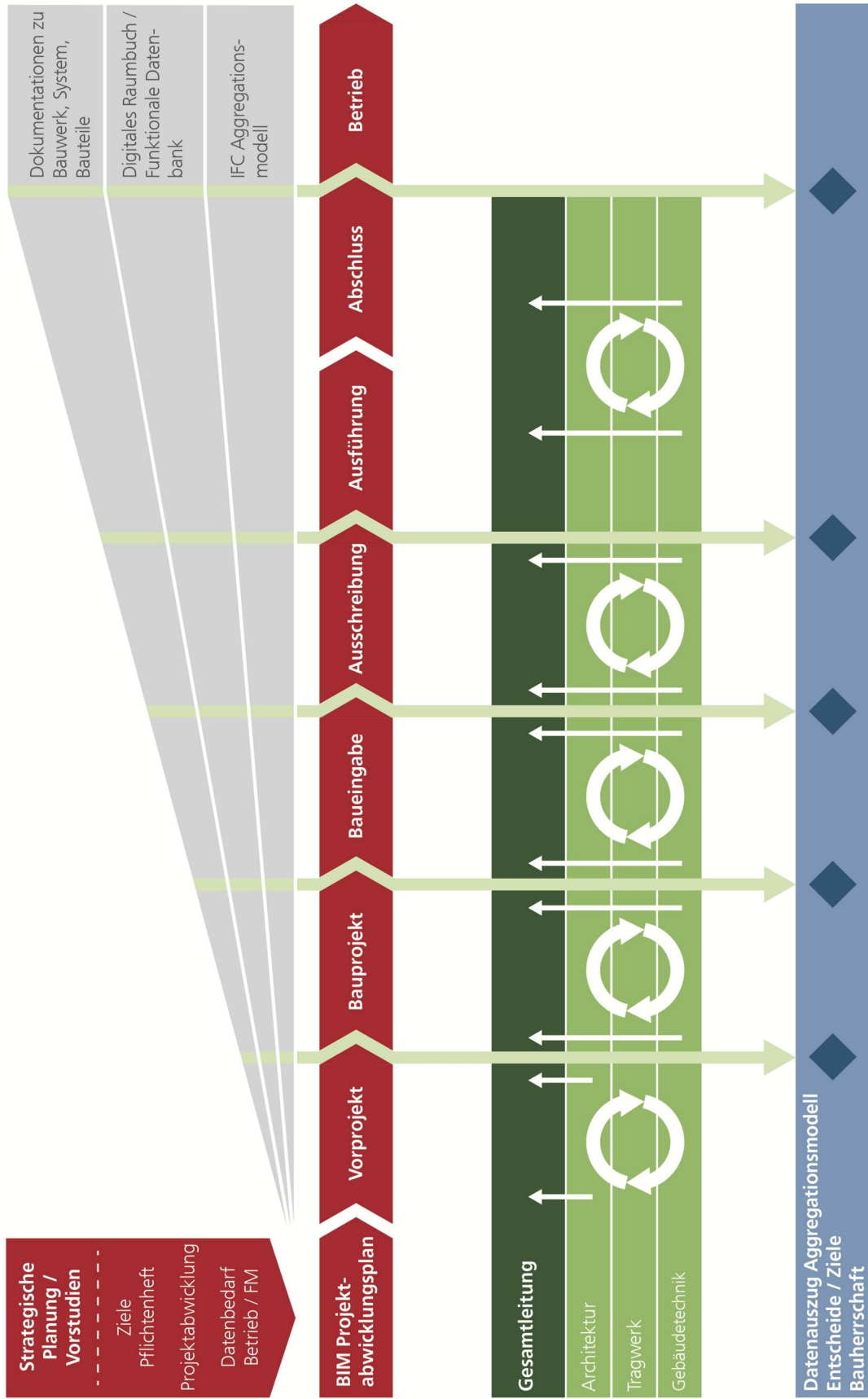


Abbildung5: Planungsablauf Meilensteine

4 SIA Planungsphasen und Bearbeitungstiefen

4.1 Grundsätzliches zu Bearbeitungstiefen von Fachmodellen

Die Festlegung, welche Bearbeitungstiefe ein Modell in welcher Phase erreicht haben soll, wird international sehr intensiv diskutiert. Es gibt hierzu unterschiedliche Meinungen sowohl zur Terminologie, als auch inhaltlich.

Häufig wird auf die „Level of Development Specification“ des BIMforums (amerikanischer Interessenverband) verwiesen. Dort wird, basierend auf den „uniclass“-Klassifizierungssystemen, folgende Einteilung vorgenommen, die hier kurz erwähnt sei:

- LoD 100 - konzeptionelle Darstellungen
- LoD 200 - Dimension und Grösse massgeblicher Bauelemente
- LoD 300 - ausschreibungsreife Angaben mit Spezifikationen
- LoD 400 - fabrikationsreife Ausführungsplanung
- LoD 500 - Dokumentation des ausgeführten Elementes

Eine Zuordnung und Einteilung in diese Kategorien ist nicht zwingend erforderlich, sofern im Rahmen des BIM Projektentwicklungsplanes festgelegt wird, welche Ziele zum Abschluss der jeweiligen Phasen erreicht sein sollen und worauf die Konsistenz des Datensatzes geprüft wird. Aus diesen Erfordernissen leiten sich letztlich die Vorgaben ab, was in den Fachmodellen in welcher Bearbeitungstiefe erfasst sein muss.

4.2 Bearbeitungstiefen nach SIA Phasen

Grundsätzlich richtet sich die Bearbeitungstiefe nach den phasenbezogenen Erfordernissen. In einer Vorstudie werden erste Festlegungen hinsichtlich Betriebsanforderungen und Anlagengliederung gemacht und als Grundlage für die weitere Planung in einem Projektpflichtenheft festgehalten. Im Vorprojekt wird versucht, diese Vorgaben in Räumen und Einheiten umzusetzen, wobei konzeptionelle Vorgaben der Fachplanungen berücksichtigt werden. Ende Bauprojekt müssen die wichtigsten Elemente und Systeme des Bauwerkes festgelegt und untereinander koordiniert sein. In den Folgephasen Ausschreibung und Ausführung werden diese Elemente im Hinblick auf die bauliche Umsetzung noch weiter verfeinert.

BIM – Bearbeitungsschwerpunkte

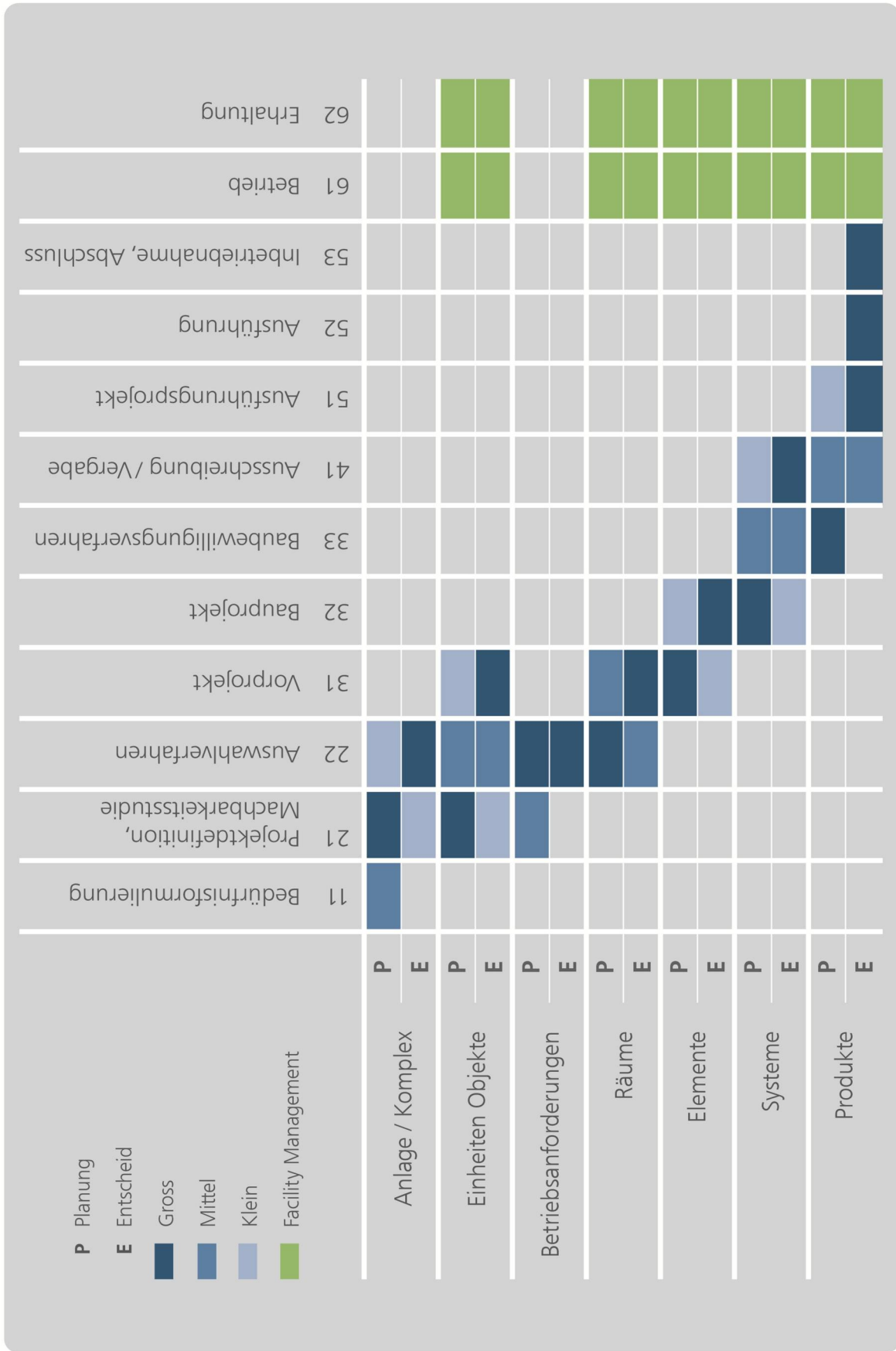


Abbildung 6: BIM Bearbeitungsschwerpunkte

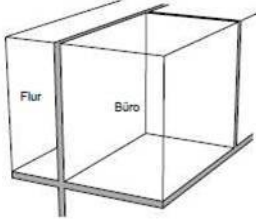
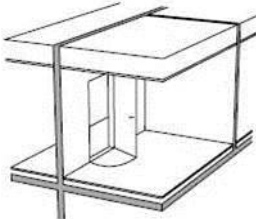
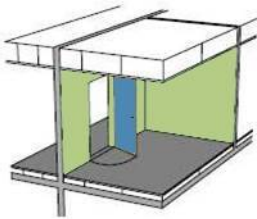
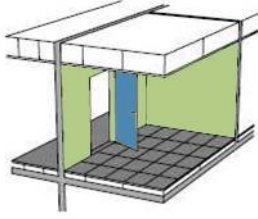
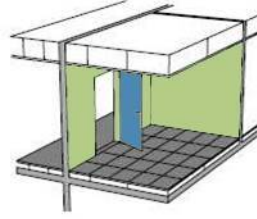
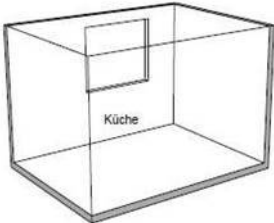
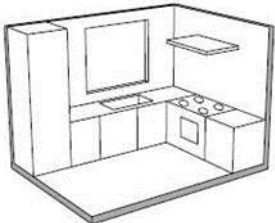



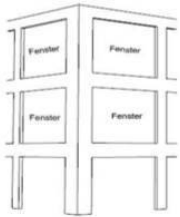
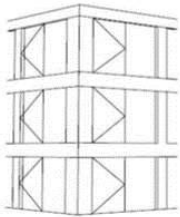
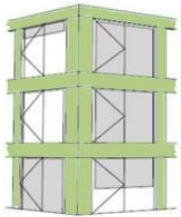
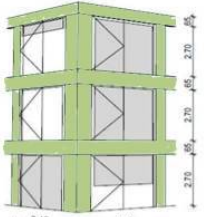
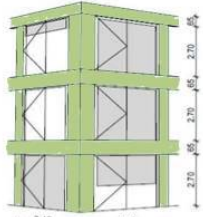


Am Prinzip „vom Konzept ins Detail“ haben sich auch die Ziele und Prüfungen zu den Phasenabschlüssen und somit die Bearbeitungstiefen der einzelnen Fachmodelle zu orientieren.

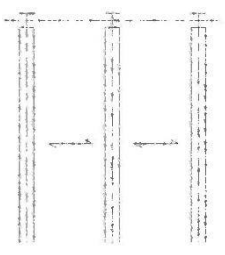
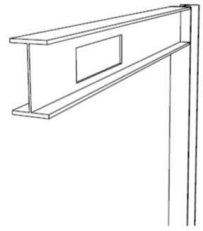
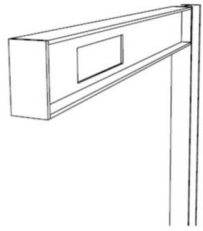
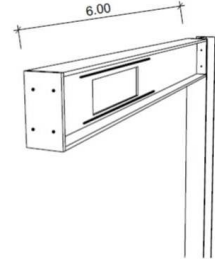

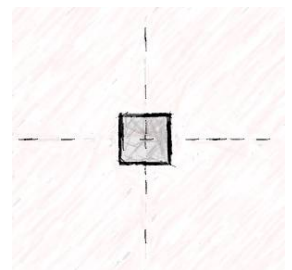
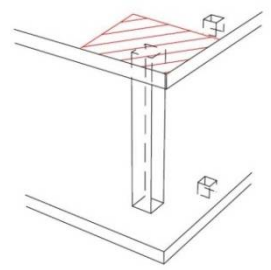
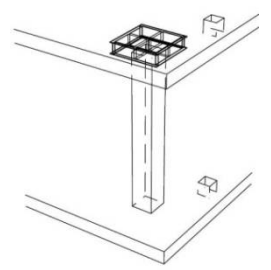
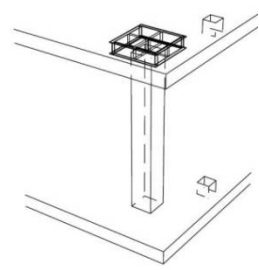
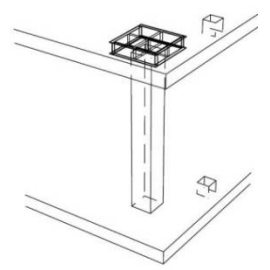
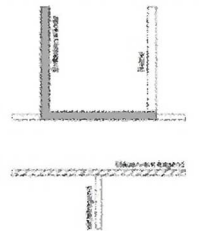
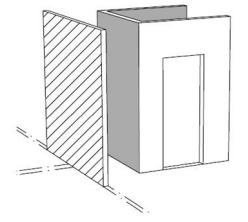
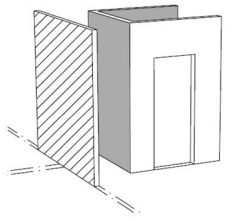
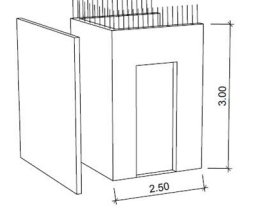
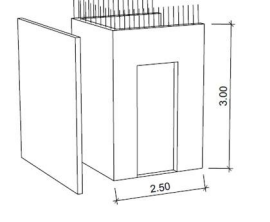
In nachfolgender Tabelle werden Vorschläge für eine phasengerechte Festlegung der Ziele und Leistungen der einzelnen Fachplaner gemacht.

SIA Phasen Fertigstellungsgrade	Vorprojekt LoD 100	Bauprojekt LoD 200	Ausschreibung LoD 300	Ausführung LoD 400	Dokumentation LoD 500
Ziele zum Phasenabschluss:	<p>Ein Entwurf, der die im Projektauftrag erhaltenen Anforderungen weitgehend abbildet.</p> <p>Raumprogramm, Funktionen Abläufe und Betrieb sind weitgehend geklärt.</p> <p>Grundsätzliche Aussagen und Konzepte zu Konstruktion, Technik und Ausbau liegen vor.</p>	<p>Alle Anforderungen des Projektauftrages sind umgesetzt.</p> <p>Alle Bauelemente der Fachplaner sind in Grösse und Lage vordimensioniert, festgelegt und untereinander koordiniert.</p> <p>Grundsätzliche architektonische Gestaltungsfragen sind geklärt.</p>	<p>Weitere spezifische Angaben, die die Qualität der Bauelemente genauer beschreiben und zur Ausschreibung erforderlich sind, werden ergänzt.</p>	<p>Alle Angaben und Produkte werden detailliert benannt und in Ausführungsdokumenten festgelegt.</p>	<p>Ausführungsänderungen werden nachverfolgt und eine Dokumentation zum Bauwerk mit Plänen, Prüfprotokollen sowie Wartungs- und Produktprotokollen wird erstellt.</p>
Modellinhalte, minimal erforderlich	<p>Raummodelle mit Angaben zu Gebäudevolumen, ausgewiesenen Nutzflächen und Funktionen, Erschliessung erkennbar.</p> <p>Konzepte aus Tragwerksplanung und Gebäudetechnik sind eingeflossen.</p>	<p>Alle Modellelemente (Wände, Stützen, Leitungen, Ausbauten) sind als Elementtypen vorhanden und in Grösse und Material vordimensioniert.</p> <p>Lage und Position der Elemente unterschiedlicher Fachdisziplinen sind anhand der Fachmodelle untereinander hinsichtlich Konflikte koordiniert und abgestimmt.</p>	<p>Alle Modellelemente sind als spezifizierte Bauteile modelliert.</p> <p>Menge, Grösse, Form Lage, Materialisierung der Bauteile sind bestimmt. Generelle Festlegungen zu Verbindungselementen sind vorhanden.</p> <p>Genauere Spezifikationen z.B. Fabrikat, Typ und Leistungen für die Ausschreibung sind den Elementen zugewiesen.</p>	<p>Alle Modellelemente sind dimensioniert und festgelegt.</p> <p>Informationen zu Fabrikation, Herstellung und Errichtung sowie produktspezifische Angaben liegen vor und sind eingearbeitet.</p>	<p>Alle Modellelemente sind wie ausgeführt abgebildet.</p> <p>Menge, Grösse, Form und Lage sind erfasst und verifiziert.</p> <p>Produktspezifische Informationen und Daten sind ergänzt.</p>
Typische Prüfziele Planung:	<ul style="list-style-type: none"> - Raumprogramm Bauherr umgesetzt und in Übereinstimmung- Prozesswege – Nutzer - Kennwerte SIA 416 - Fluchtwege eingehalten - Energiekennwerte festgelegt 	<ul style="list-style-type: none"> - detaillierte Raumanforderung - Kollisionsprüfungen ohne relevante Konflikte erfolgt - spez. Vorgaben / Richtlinien - Bauteilgeometrien geprüft - Barrierefreiheit / Prozesswege - spez. Brandschutz? 	<ul style="list-style-type: none"> - Mengen und Massen - Objekt- und Bauteilspezifikationen sind korrekt und stimmen mit dem Raumbuch überein - Detailliertes Raumbuch was? 	<ul style="list-style-type: none"> - Kollisionsprüfungen ohne Konflikte erfolgt - Bauabschnitte / Provisorien sind in Übereinstimmung 	<ul style="list-style-type: none"> - Mängelmanagement - Konsistenz als Bauwerksdokumentation

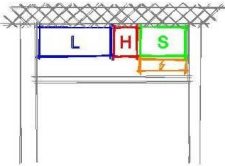
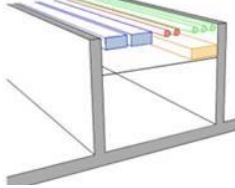
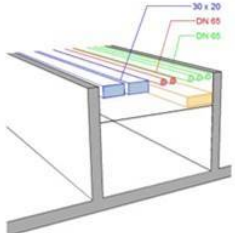
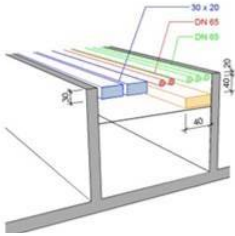
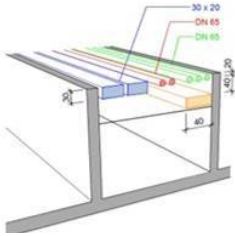
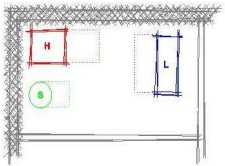
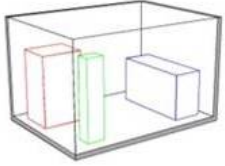
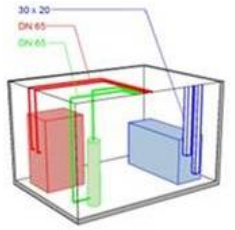
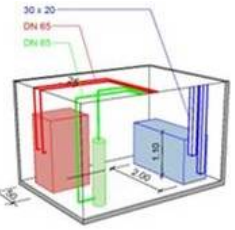
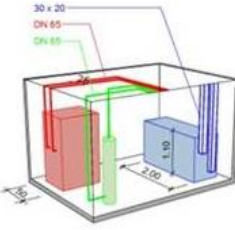
SIA Phasen Fertigungsgrade	Vorprojekt LoD 100	Bauprojekt LoD 200	Ausschreibung LoD 300	Ausführung LoD 400	Dokumentation LoD 500
Leistungen Architekt	<p>Ein Entwurf, der die im Projektauftrag erhaltenen Anforderungen abbildet. Raumprogramm, Funktionen Abläufe und Betrieb sind entsprechend berücksichtigt und mit dem Auftraggeber abgestimmt.</p> <p>Machbarkeit der angestrebten Lösung hinsichtlich baurechtlicher Auflagen ist geprüft.</p> <p>Kennzahlenberechnung gemäss SIA 416.</p> <p>Grundsätzliche Aussagen zu Materialisierung und Ausbau sind aufgezeigt.</p> <p>Konzepte der Fachplaner sind im Entwurf berücksichtigt.</p> <p>Der Entwurf lässt grundsätzliche Beurteilung zu Gestaltung zu (Städtebaulich, Fassade, wichtige Innenräume).</p> <p>Gesetzliche und normative Vorgaben wie z.B. Brandschutz sind konzeptionell berücksichtigt.</p> <p>Strukturen eines BIM Modells (Raumbezeichnung / Achsen / Gebäudegliederung) sind festgelegt.</p> <p>Erstellen einer Kostenschätzung.</p>	<p>Ausarbeiten und weitere Detaillierung des Entwurfes mit Darstellung aller für eine Koordination wesentlichen Bauelemente.</p> <p>Ausarbeiten des Bauprojektes mit allen für das Baugesuch notwendigen Informationen sowie der Berücksichtigung von Richtlinien und Vorgaben für den Betrieb und die Nutzung.</p> <p>Präzisieren des Konstruktions- und Materialkonzeptes.</p> <p>Einbeziehen der Vorschläge von Spezialisten und Beratern.</p> <p>Berücksichtigen aller geometrischen Vorgaben von Bauverordnungen, Normen und Richtlinien.</p> <p>Erstellen eines Kostenvoranschlags.</p>	<p>Ausarbeiten und weitere Detaillierung des Entwurfes mit Ergänzung aller Informationen, die zur genauen Qualitätsdefinition in der Ausschreibung erforderlich sind.</p>	<p>Erstellen und Erfassen aller Angaben für die Werk- und Detailplanung.</p> <p>Definitive Festlegung der Materialien, Apparate und dergleichen.</p> <p>Bereinigen von architektonischen und konstruktiven Details.</p> <p>Bereinigen des detaillierten Beschriebs von Materialien und Konstruktionen.</p>	<p>Erstellen einer Bauwerksdokumentation.</p> <p>Feststellen von Mängeln, Anordnen von Massnahmen und Fristen zu deren Behebung.</p> <p>Erstellen von Abnahmeprotokollen.</p>

SIA Phasen Fertigungsgrade	Vorprojekt LoD 100	Bauprojekt LoD 200	Ausschreibung LoD 300	Ausführung LoD 400	Dokumentation LoD 500
Beispiele Architekt					
Räume	Raum und Flächen gem. Pflichtenheft ausgewiesen. Konzept Fachplaner eingepflegt	Bauteile und Ausbauelemente in Grösse, Lage und Material bekannt. Brandschutz bekannt	Spezifikation der Bauelemente hinsichtlich Qualität und Design	Alle Ausführungsdetails festgelegt. Fugen, Abschlüsse, Verbindungen, Oberflächen	Prüfzeugnisse und Produktdokumentationen vorhanden
Ausbauten					
Ausbauten	Raum Flächen und Funktionen gem. Pflichtenheft ausgewiesen.	Anordnung der Funktionseinheiten und Koordination der Bauelemente ist erfolgt.	Spezifische Angaben zu Produkten, Qualitäten und Materialien	Alle Ausführungsdetails festgelegt. Fugen, Abschlüsse, Verbindungen, Oberflächen	Prüfzeugnisse und Produktdokumentationen vorhanden
Fassade					
Fassade	Fassadenkonzept vorhanden. Transparente und opake Fassadenteile ausgewiesen	Gliederung der Fassadenelemente festgelegt. Koordination Bauphysik und Tragwerk erfolgt	Detaillierte Angaben zu Funktionalität. Spezifikationen zu Qualität und Design festgelegt.	Alle Details zur Fabrikation festgelegt	Prüfzeugnisse und Produktdokumentationen vorhanden

SIA Phasen Fertigungsgrade	Vorprojekt LoD 100	Bauprojekt LoD 200	Ausschreibung LoD 300	Ausführung LoD 400	Dokumentation LoD 500
Leistungen Bauingenieur	<p>Festlegung des Tragwerkskonzeptes.</p> <p>Festlegen der Tragelemente für Vertikallasten und der Aussteifungselemente für Wind- und Erdbebeneinwirkungen.</p> <p>Konzepte zu Foundation und Baugrube.</p> <p>Erstellen der Nutzungsvereinbarung.</p> <p>Angaben zu Hauptabmessungen von Trägern oder Deckenkonstruktionen.</p> <p>Erstellen einer Kostenschätzung.</p>	<p>Berechnen und Dimensionieren der Tragkonstruktion und Festlegen der massgebenden Abmessungen sowie Durchführen aller dazu notwendigen Nachweise bezüglich Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit.</p> <p>Erarbeiten von entsprechenden Konstruktions- und Materialkonzepten.</p> <p>Ausarbeiten konstruktiver Details, soweit sie Einfluss auf andere Fachgewerke haben.</p> <p>Erbringen der notwendigen Nachweise betreffend Brandschutz.</p> <p>Bereitstellen der fachspezifischen Beiträge zu Konzepten betreffend Umweltschutzmassnahmen.</p> <p>Ausweisen von Sperrzonen in hochbelasteten Bauteilen oder aufgrund der Notwendigkeit von Einbauteilen oder grossen Verankerungselementen.</p> <p>Prüfen der statisch relevanten Aussparungen.</p> <p>Erstellen eines Kostenvorschlags.</p>	<p>Festlegen von fachspezifischen Bauablauf-, Bauverfahrens-, Material- und Konstruktionskonzepten soweit sie für die Ausschreibung massgebend sind.</p> <p>Ergänzen der fachspezifischen Angaben, soweit sie für die Ausschreibung erforderlich sind.</p>	<p>Erstellen der Bewehrungs- und Konstruktionspläne und der zugehörigen Stück- und Materiallisten als Grundlage für die Ausführung.</p> <p>Ausarbeiten von konstruktiven Details.</p> <p>Übernehmen von Elementen aus der Planung Dritter.</p> <p>Kontrollieren der von Dritten angefertigten Fabrikations- und Werkstattpläne im Hinblick auf die Übereinstimmung mit den Ingenieurplänen.</p>	<p>Zusammenstellung der Planunterlagen einschliesslich der Prüfergebnisse des Kontrollplans.</p>

SIA Phasen Fertigungsgrade	Vorprojekt LoD 100	Bauprojekt LoD 200	Ausschreibung LoD 300	Ausführung LoD 400	Dokumentation LoD 500
Beispiele Bauingenieur					
Stahlbau	Konzept und Trägerlayout in Skizzen.	Profiltypen, Material und Durchdringungen festgelegt.	Spezifikationen zu Anschlüssen, Material und Beschichtungen festgelegt.	Alle Fabrkatonsdetails festgelegt: Schweißnähte, Verstärkungen Anschlüsse.	Prüfzeugnisse Material, Beschichtung, Montage.
Stützen und Decken					
Stützen und Decken	Konzept und Stützenpositionen in Skizzen.	Bauteilmasse festgelegt, Sperrzonen für Durchdringungen ausgewiesen.	Spez. zu Material, Schalung, Einbauteile, Pos. und Lage von Durchdringungen bekannt.	Alle Ausführungsdetails festgelegt. Bewehrung, Durchstanzelemente.	Materialzeugnisse zu Armierung, und Beton, Prüf- und Kontrollnachweise Einbau.
Aussteifungselemente					
Aussteifungselemente	Konzept für Tragelemente, Funktion und Materialisierung in Skizzen.	Bauteilmasse festgelegt, Sperrzonen für Durchdringungen ausgewiesen.	Spezifikationen zu Material, Schalung, Fugendetails.	Alle Ausführungsdetails festgelegt. Bewehrung, Durchstanzelemente.	Materialzeugnisse zu Bewehrung und Beton, Prüf- und Kontrollnachweise Einbau.

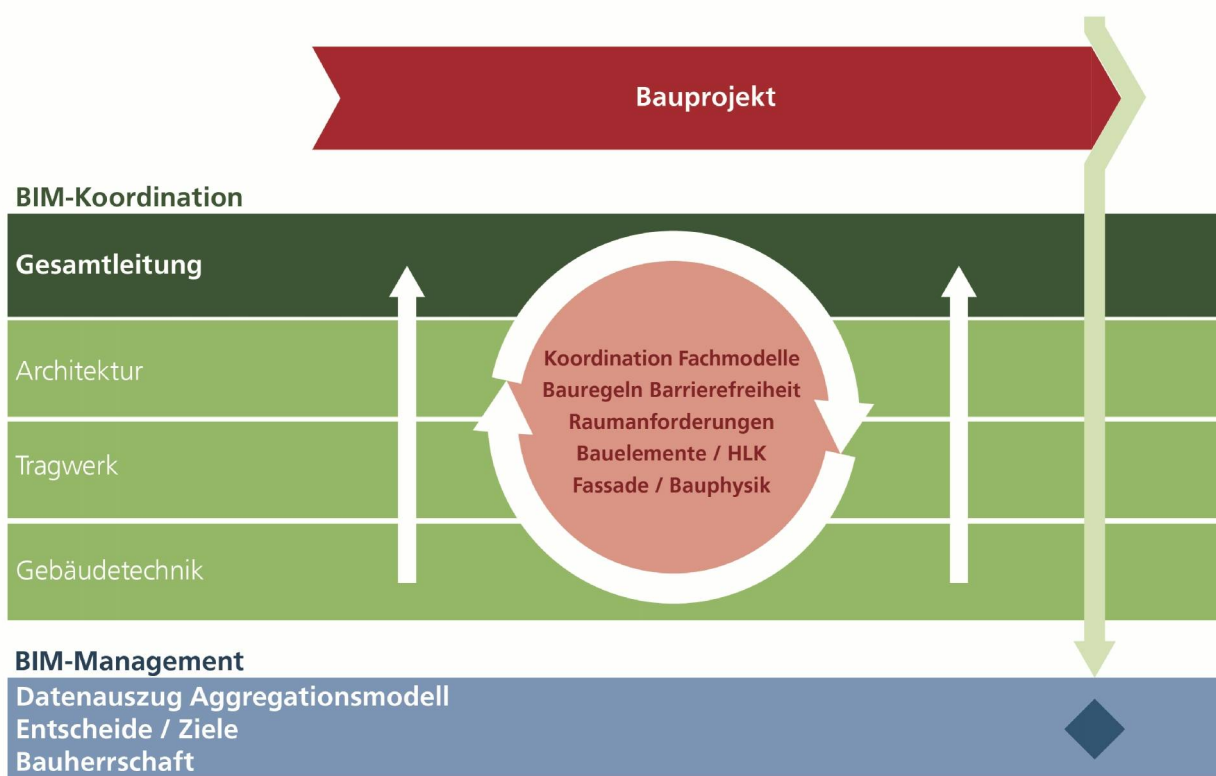
SIA Phasen Fertigungsgrade	Vorprojekt LoD 100	Bauprojekt LoD 200	Ausschreibung LoD 300	Ausführung LoD 400	Dokumentation LoD 500
Leistungen Gebäudetechnik	<p>Konzept und Flächenangaben zu zentralen Steigzonen, mit Lage, Grösse und Zuordnung der Nutzung / Systeme etc.</p> <p>Ver- und Entsorgungskonzept in Skizzenform.</p> <p>Erarbeiten des Regel- und Messkonzeptes.</p> <p>Klärung der Werkleitungsanschlüsse.</p> <p>Erstellen eines Anlagen- bzw. Installationsbeschriebs.</p> <p>Erstellen einer Kostenschätzung.</p> <p>Berechnen der Kennzahlen.</p> <p>Schätzen des Energiebedarfs und Festlegen der Zielwerte von Energiekennzahl.</p>	<p>Alle Elemente und Systeme sind in Grösse, Lage und Material definiert. Die Koordination mit den anderen Fachgewerken ist erfolgt.</p> <p>Bereinigen des Messkonzeptes.</p> <p>Festlegen des Anlagenkennzeichnungssystems.</p> <p>Definitive Festlegung des Raum- und Platzbedarfs sowie der Lage von Zentralen, Maschinen, und Apparaten.</p> <p>Erstellen der Funktions-, Regel- und Anlagenbeschriebe.</p> <p>Behördliche Genehmigungsfähigkeit liegt vor.</p> <p>Statisch relevante Aussparungen und Einlagen sind in Form und Grösse festgelegt</p> <p>Erstellen eines Kostenvorschlages.</p>	<p>Weitere Detaillierungen, sind festgelegt wie z.B. Lüftungsgitter, Sanitärapparate, Heizkörper, Beleuchtung etc. Ergänzen der Kosten und Qualitätsrelevanten Eigenschaften</p>	<p>Weitere Detailierung wie z.B. Anschlüsse an Maschinen und Geräte.</p> <p>Durchführung der definitiven Berechnungen.</p> <p>Angaben der definitiven kompletten Aussparungen und Einlagen.</p> <p>Erstellen der Ausführungspläne.</p>	<p>Nachführen, der während der Bauausführung vorgenommenen Änderungen, in die Pläne des ausgeführten Bauwerkes (Revisionspläne).</p> <p>Eventuell anreichern der Modelle mit Informationen zu Wartung und Unterhalt.</p>

SIA Phasen Fertigungsgrade	Vorprojekt LoD 100	Bauprojekt LoD 200	Ausschreibung LoD 300	Ausführung LoD 400	Dokumentation LoD 500
Beispiele Gebäudetechnik					
Trassenführung	Skizzenhafte Darstellung der Trassenführung und der benötigten Technikfläche.	Steigzonen und Trassen sind mit Lagen definiert. Installationen sind mit Dimensionen koordiniert	Ergänzung zu den Qualitäten und Materialien in der Ausschreibung.	Bereinigung mit den vorgesehenen Materialien und Produkten.	Modelle werden dem gebauten Zustand nachgeführt.
Technikraum					
Steigzonen	Skizzenhafte Darstellung der benötigten Steigzonenfläche	Steigzonen und Trassen sind mit Lagen definiert. Installationen sind mit Dimensionen koordiniert	Ergänzung zu den Qualitäten und Materialien in der Ausschreibung.	Bereinigung mit den vorgesehenen Materialien und Produkten.	Modelle werden dem gebauten Zustand nachgeführt.

4.3 Arbeitsabläufe und Datenauszüge

Im Zuge der Planerkoordination werden in regelmässigen Abständen die Fachmodelle der Fachplaner zueinander überprüft. Jeder Fachplaner hat durch seinen BIM-Verantwortlichen sicherzustellen, dass die Qualität seines Fachmodells den Festlegungen im BIM Projektentwicklungsplan entspricht. Der BIM Koordinator überprüft die ihm zugestellten Modelle hinsichtlich Konsistenz und Qualität einzeln und untereinander. Er weist auf Konflikte und Defizite hin, die zur Erreichung der zum Phasenabschluss festgelegten Ziele noch behoben werden müssen.

BIM – Ablauf Überprüfung und Datenauszug



Ernst Basler+Partner 

Abbildung 7: Ablauf Überprüfung und Datenauszug

4.4 Phasenziele

Die Phasenziele sind erreicht, wenn alle für diese Phase festgelegten, spezifischen Prüfpunkte erfüllt sind. Die Erreichung der Phasenziele wird am Ende einer Phase oder bei anderen Meilen-

steinen anhand der abgegebenen Datenauszüge (Data Drops) durch die Bauherrschaft festgestellt.

Die Abgabe des Datenauszugs umfasst die Übergabe eines IFC-Datensatzes resp. eines Aggregationsmodell der einzelnen Fachmodelle an den BIM-Manager, der an diesem Auszug die entsprechenden Kontrollen durchführt.

Phasenziele können beispielsweise die nachfolgend aufgeführten Themen betreffen:

Vorprojekt

- IFC Modellstruktur
- Flächen und Räume
- Raumanordnungen
- Fluchtwege
- Kennwerte SIA 416
- Minergie / Nachhaltigkeit
- Grenzabstände und Gebäudehöhen
- Life Cycle Cost-Betrachtungen

Bauprojekt

- Koordination Fachmodelle
- Raumanforderungen aus Nutzung und Betrieb
- Bauregeln / Raum- und Bauteilgeometrie
- Fassade
- Heizung / Lüftung / Klima / Sanitär
- Bauteilspezifikation
- Barrierefreiheit
- Fassade
- Bauelemente

Baueingabe

- Nachhaltigkeit und Minergie
- Energiekennzahlen

Ausschreibung

- Mengen und Massen
- Objekt und Bauteilspezifikationen gemäss Raumbuch
- Raumbuchauszug

Ausführung

- Kollisionen von Armierung mit Einbauteilen

-
- Bauabschnitte und Provisorien

4.5 Prüfpunkte

Prüfpunkte beschreiben spezifische Zielkriterien hinsichtlich derer die Fach- oder Aggregationsmodelle überprüft werden. Sie sind als kleinere Zwischenziele zu erachten und werden durch die periodischen Kontrollen der BIM Koordination benannt und kontinuierlich geprüft.

Die Planungsbeteiligten haben ihrerseits sicherzustellen, dass die zur Prüfung der Ziele erforderlichen Informationen zeitgerecht in die Modelle eingeflossen sind.

Beispiele von Prüfpunkten sind:

Fluchtwege (Vorprojekt)

- Sind Brandabschnitte korrekt zugewiesen?
- Liegt die Grösse der Brandabschnitte innerhalb der zul. Grössenordnung?
- Besitzen Räume ausreichend Fluchtwege?
- Entsprechen die Fluchtweglängen den Vorgaben der VKF-Richtlinie?
-

Raumanforderungen aus Nutzung und Betrieb (Bauprojekt)

- Sind die Türen zwischen bestimmten Raumtypen hoch genug?
- Ist neben den WCs ausreichend Platz?
- Sind die Korridore breit genug?
- Sind die Türen zwischen bestimmten Raumtypen breit/hoch genug?
- Weist die Raumhöhe den erforderlichen Mindestwert auf?

5 Die BIM Datenmodelle

5.1 Objektorientierter Planungsaufbau des IFC-Datenformates

Im Gegensatz zur konventionellen CAD Planung, die sich durch die Festlegung von Layern und Layerbezeichnungen organisiert, verfolgt die Planung auf Basis einer BIM-Methodik einen objektorientierten Ansatz. Durch die Vernetzung und Referenzierung von Bereichen und Bauelementen zueinander wird eine hierarchische Gliederung und Struktur geschaffen, die die Abhängigkeiten der Bauelemente zueinander vorgibt. Respektive durch die Gliederung des normierten IFC Formates vorgegeben ist. Die einzelnen Objekte und Elemente dieser Gliederung können mit individuellen Datensätzen und Informationen versehen werden.

Dies bedeutet, dass die eigentliche Gliederung von Objekten zueinander aufgrund der festgelegten Hierarchie bereits gegeben ist und Objekte aufgrund Ihrer Logik zueinander referenziert sind. Das Objekt „Tür“ kann beispielsweise Teil des Objekts „Wand“ sein. Das Umgekehrte lässt die hierarchische Logik des IFC-Datenformates hingegen nicht zu. Die Zuweisung zu diesen genormten und festgelegten Kategorien erfolgt weitgehend automatisch durch die fachspezifische Software, soweit das entsprechende „Werkzeug“ zum Erstellen des Objektes verwendet wurde. Wird also eine Wand mit dem „Werkzeug“ Wand erstellt, wird sie beim IFC-Export auch automatisch der entsprechenden IFC Objektklassifizierung ifcwall zugewiesen.

Die Abhängigkeiten der Bauteile untereinander sind dadurch erfasst und eine bestimmte Türe kann genau Ihrer Wand zugeordnet werden. Wird die Wand nun geändert oder gelöscht, wird auch die Türe geändert oder gelöscht.

Die Objektklassifizierungen in IFC-Dateien können nicht verändert werden. Durch Zuweisung von Attributen oder Bezeichnern können den Objekten jedoch weitere Identifikationsmerkmale hinzugefügt werden, die eine Gliederung resp. Zuordnung nach eigenen Klassifikationskriterien ermöglichen. Die Bedeutung der Ordnung über Layer tritt hierdurch in den Hintergrund und beschränkt sich am virtuellen Datenmodell häufig auf die Filterung von Datensätzen.

Der Grundsatz der Bereichsgliederung, dem die IFC Struktur gemäss ISO 16739 (2013) folgt, ist vereinfacht in Abbildung 8: IFC-Objektgliederung dargestellt.

Aus den meisten derzeit gebräuchlichen Softwareprogrammen können Daten im IFC Format exportiert werden.

IFC – Objektgliederung

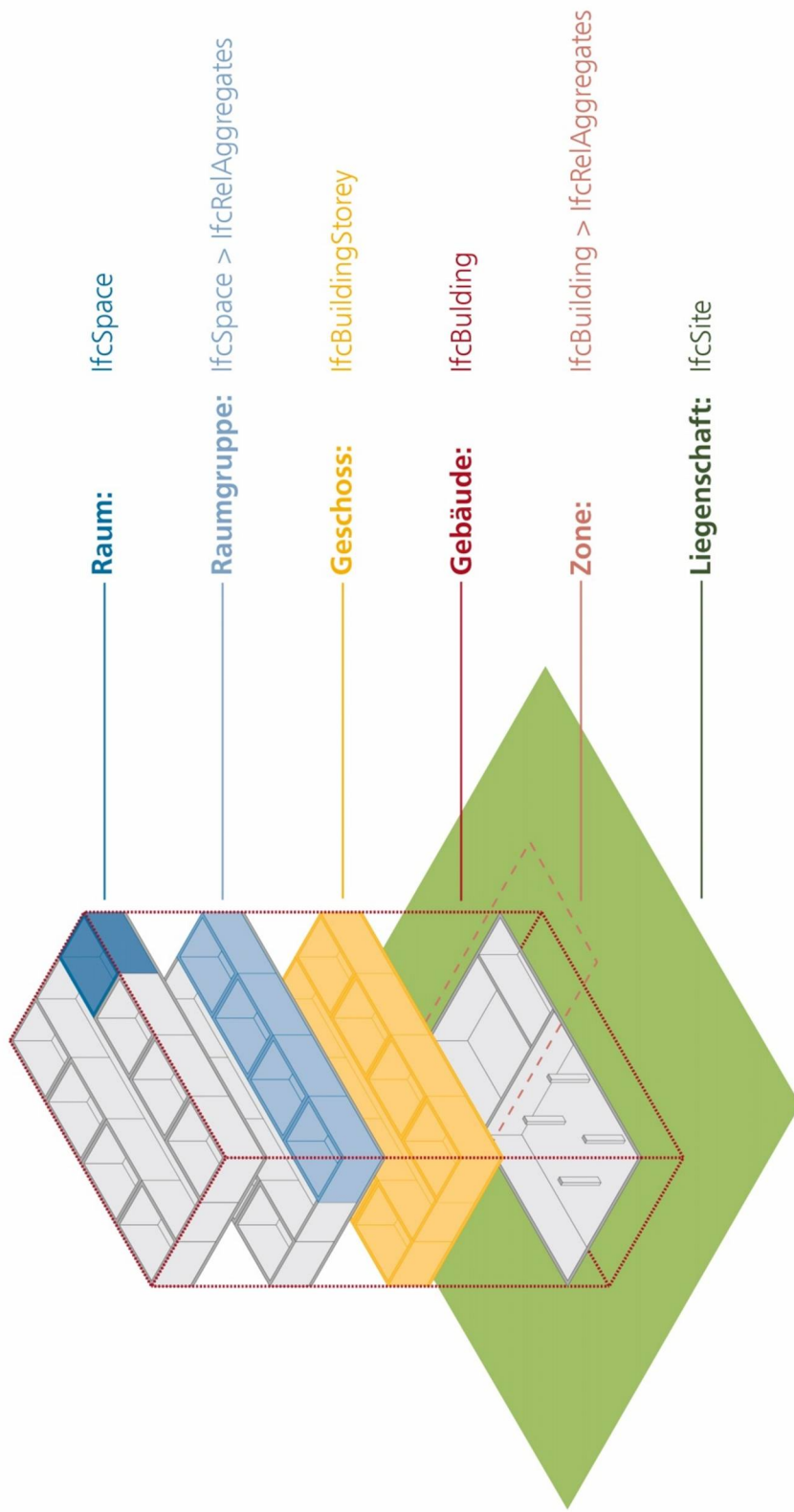


Abbildung 8: IFC-Objektgliederung



5.2 Digitales Raumbuch

Es empfiehlt sich die Anforderungen aus Betrieb und Nutzung an die einzelnen Räume in einem digitalen Raumbuch mit IFC Schnittstelle zu erfassen. Dieses Digitale Raumbuch kann als eigenständiges Modell betrachtet werden. Die Anforderungen, die darin festgelegt werden, erlauben es, andere Fachmodelle auf die Erfüllung dieser Vorgaben zu prüfen.

Der Inhalt des Digitalen Raumbuches, kann sowohl quantitativer Art (Stuhl, Bett, Parkett, Steckdosen), als auch qualitativer Art (Beleuchtungsstärken, Nutzlasten, Energiekennzahlen) sein. Die Festlegungen im Digitalen Raumbuch, die sich aus Nutzung und Betrieb ergeben, werden durch die Bauherrschaft vorgegeben. In Abstimmung mit Architektur und Fachplanern werden im Vorprojekt weitere Anforderungen festgelegt und vereinbart, welche die Ausbaugüten des Gebäudes präzisieren und als detailliertes Pflichtenheft für alle Planungsbeteiligten erachtet werden können.

5.3 Aggregations- / Koordinierungsmodell

Das Aggregations-/ Koordinierungsmodell stellt ein entscheidendes Modell im Planungsablauf dar. Man versteht darunter das Zusammenführen aller Fachmodelle, um an diesem zusammengeführten Modell Überprüfungen zu Kollisionen und Projektanforderungen vornehmen zu können.

Für Phasenabschlüsse und für Datenauszüge an die Bauherrschaft stellen Aggregations- und Koordinierungsmodell entsprechend Ihrem Fertigstellungsgrad die geforderten Planungsinformationen dar.

Auch für vorab vereinbarte Zwischenkontrollen durch den BIM Koordinator, bildet das Aggregations-/Koordinierungsmodell die Grundlage, auf der frühzeitig Regelüberprüfungen, Kollisionen und Abstimmungen erfolgen können und interdisziplinäre Fehler frühzeitig entdeckt werden.

5.4 Das Architekturmodell

Das Architekturmodell stellt ein zentrales Modell unter den Fachmodellen dar. Es ist das erste Fachmodell, das erstellt wird und berücksichtigt in frühen Projektphasen die Konzeptüberlegungen der anderen Fachplaner. Im Architekturmodell wird die Modellgliederung durch das Ausweisen von Geschossen und Zonen sowie die genaue Bezeichnung der Räume frühzeitig festgelegt. Es bildet eine Vorgabe, an der sich die Modelle anderer Fachplaner ausrichten.

Das Architekturmodell setzt sich zusammen aus:

... einem **Raummodell**, das aus den Raumvolumina der einzelnen Räume und Bereiche gebildet wird und als solches die übergeordnete Gliederung des Bauwerkes darstellt, ...

... einem **Rohbaumodell**, das die konstruktiven Bauteile beinhaltet, die der Abstimmung mit dem Bauingenieur bedürfen.

... und einem **Ausbaumodell**, in dem nichttragwerksrelevante Bauelemente erfasst sind, z.B. nichttragende Trennwände, Möbel, abgehängte Decken, aufgeständerte Böden, ...

Als weitere Teilmodelle der Architektur kann auch

... ein **Fassadenmodell** erstellt werden.

Das Fassadenmodell beinhaltet die komplette Gebäudehülle. Das Modell enthält Modellelemente wie Fassade, Dachdeckung, Fenster, Tür / Tor, Schutz- / Sonderelemente mit Verknüpfung zu Raum oder Ebene. Fassadensonderelemente können sich aus einzelnen Modellelementen zusammensetzen und als Einheit definiert werden.

... sowie ein **Umgebungsmodell** aufgebaut werden.

Das Umgebungsmodell stellt die Gestaltungselemente der Landschaftsarchitektur dar. Es stellt das Objekt in den städtebaulichen Kontext und bildet Erschliessungs- und Grenzsituationen ab.

Fachmodelle	Modellelement	IFC Objektklassifizierung
Architekturmodell - Raummodell - Rohbaumodell - Ausbaumodell - Fassadenmodell - Umgebungsmodell	Balken Bauelement Belag Dach Decke Einrichtung Elektrogeräte Fenster Fundament Geländer Liegenschaft Platte Rampe Rampenlauf Räume Sanitäreinrichtung Schornstein Sonnenschutz Stab Stütze Aufzug Treppe Treppenlauf Tür Vorhangfassade Wand	IfcBeam IfcBuildingElementProxy IfcCovering IfcRoof IfcSlab IfcFurnishingElement IfcElectricAppliance IfcWindow IfcFooting IfcRailing IfcSite IfcPlate IfcRamp IfcRampFlight IfcSpace / IfcZone IfcSanitaryTerminal IfcChimney IfcShadingDevice IfcMember IfcColumn IfcTransportElement IfcStair IfcStairFlight IfcDoor IfcCurtainWall IfcWallStandardCase / IfcWall

Tabelle 1 IFC Objektklassifizierung des Architekturmodells

5.5 Die Gebäudetechnikmodelle

Die Gebäudetechnik gliedert sich in die Modelle ihrer einzelnen Fachgewerke wie Elektro, Sanitär, Heizung, Kälte, Lüftung, Sprinkler und gegebenenfalls Gebäudeautomation. Die Koordination unter diesen Fachmodellen obliegt dem Fachkoordinator Gebäudetechnik.

Grundlage für die Gebäudetechnikmodelle ist das Architekturmodell, wobei insbesondere das Raummodell der Zuordnung der Gebäudetechnikkomponenten zu den Räumen dient. Die Modelle stellen ausschliesslich die Systemeinheiten, involvierten Anlagen und Komponenten ihrer Fachgewerke dar. Diese sind derart logisch miteinander zu verknüpfen, dass daraus Erkenntnisse zu den Abhängigkeiten erlangt werden können.

Eine übergeordnete Fragestellung an das IFC-Modell der Gebäudetechnik ist die Kollisionsprüfung und die Aussparungsplanung. Hierzu sind die erforderlichen Durchbrüche als Negativ-Form in Grösse und Lage darzustellen. Die Art und Weise, wie die Informationen zu den Aussparungen generiert werden können, ist vom jeweiligen eingesetzten CAD-Programm abhängig.

Fachmodelle	Modellelement	IFC Objektelemente
Gebäudetechnik	Ablauf / Abscheider	IfcWasteTerminal
- Heizungsmodell	Feuerlöscheinrichtung	IfcFireSuppressionTerminal
- Kältemodell	Filter	IfcFilter
- Lüftungsmodell	Heizkessel	IfcBoiler
- Sanitärmodell	Heizkörper	IfcSpaceHeater
- Etc.	Heiz-Kühlelemente	IfcCoil
	Kältemaschine	IfcChiller
	Kanal	IfcDuctSegment
	Kanalschalldämpfer	IfcDuctSilencer
	Kanalverbinder	IfcDuctFitting
	Kompressor	IfcCompressor
	Kondensator	IfcCondenser
	Kühlbalken	IfcCooledBeam
	Kühlturm	IfcCoolingTower
	Luftauslass	IfcAirTerminal
	Pumpe	IfcPump
	Regelklappe	IfcDamper
	Rohr	IfcPipeSegment
	Rohrabdeckung	IfcStackTerminal
	Rohrbündel	IfcTubeBundle
	Rohrverbinder	IfcPipeFitting
	Sanitäreinrichtung	IfcSanitaryTerminal
	Tank	IfcTank
	Ventil	IfcValve
	Ventilator	IfcFan
	Verdampfer	IfcEvaporator
	Verdunstungskühler	IfcEvaporativeCooler
	Volumenstromregler	IfcAirTerminalBox
	Wärmerückgewinner	IfcAirToAirHeatRecovery
	Wärmetauscher	IfcHeatExchanger

	Zähler	IfcFlowMeter
Elektromodell	Abzweigdose Antrieb Elektrische Geräte Elektrogenerator Elektromotor Energiespeicher (Batterie) Installationsgerät Kabel Kabelsystem Kabelträger Passstück Lampe Leuchte Schaltgerät Schutzvorrichtung Transformator / Wandler Zeitschaltuhr	IfcJunctionBox IfcMotorConnection IfcElectricAppliance IfcElectricGenerator IfcElectricMotor IfcElectricFlowStorageDevice IfcOutlet IfcCableSegment IfcCableCarrierSegment IfcCableCarrierFitting IfcLamp IfcLightFixture IfcSwitchingDevice IfcProtectiveDevice IfcTransformer IfcElectricTimeControl
Gebäudeautomation	Aktor Alarm Messgerät Regler Sensor	IfcActuator IfcAlarm IfcFlowInstrument IfcController IfcSensor

Tabelle 2 IFC Objektelemente der Gebäudetechnik

5.6 Das Tragwerksmodell

Das Tragwerksmodell stellt alle tragwerksrelevanten Bauteile als Strukturmodell dar. Es stellt sicher, dass durch den Ingenieur festgelegte Bauteilabmessungen und Bauteilgüten korrekt erfasst sind und mit dem Architekturmodell übereinstimmen. Konflikte mit Leitungen und Systemen der Gebäudetechnik können frühzeitig erkannt und behoben werden. Ebenso wird frühzeitig deutlich, ob die tragenden Bauteile in ihren Abmessungen korrekt im Architekturmodell übernommen wurden. Das Tragwerksmodell bildet für den Ingenieur die Grundlage zur Erstellung der Schalungspläne und zur Ermittlung von Massen und Mengen. Ob die Erstellung eines Bewehrungsmodells sinnvoll ist, muss projektspezifisch beurteilt werden.

Ein weiteres Fachmodell der Tragwerksplanung kann das Modell der Baugrube sein.

Fachmodelle	Modellelement	IFC Objektelemente
Tragwerksmodell - Schalungs-/ Strukturmodell - Bewehrungsmodell	Balken Bauteil / Bauelement - beliebig Befestigungsmittel Bewehrungsmatte Bewehrungsstab Decke Fundament Mechanisches Befestigungsmittel Pfeiler / Tiefgründung Platte Rampe Rampenlauf Spannglied Spanngliedanker Stab / Stabträger Stütze Treppe Treppenlauf Wand Zusammengesetztes Element Zusatzgerät / Einbauteil	IfcBeam IfcBuildingElementProxy IfcFastener IfcReinforcingMesh IfcReinforcingBar IfcSlab IfcFooting IfcMechanicalFastener IfcPile IfcPlate IfcRamp IfcRampFlight IfcTendon IfcTendonAnchor IfcMember IfcColumn IfcStair IfcStairFlight IfcWallStandardCase / IfcWall IfcElementAssembly IfcDiscreteAccessory

Tabelle 3: IFC Objektelemente der Tragwerksplanung

6 Weitere Grundlagen und Festlegungen

6.1 Einheiten

Die IFC-Datei muss in folgenden Einheiten erstellt werden:

- Bemessungen Architektur = cm/m (siehe SIA 400)
- Bemessungen Gebäudetechnik = mm
- Flächen = m²
- Volumen = m³
- Volumenströme = m³/h
- Temperaturen = °C
- Feuchte = g/m³

6.2 Projektnullpunkt und Koordinaten

Es soll ein einheitlicher Projektnullpunkt auf den Koordinaten $x/y/z = 0/0/0$ festgelegt werden, der über die ganze Planungsphase hinweg und darüber hinaus Gültigkeit besitzt.

Es wird empfohlen den Nullpunkt im Projekt auch optisch zu fixieren, in die Nähe des Gebäude zu legen und so in allen Fachmodellen als Objekt abzubilden.

Durch die Festlegung eines weiteren Fixpunktes, der ebenfalls optisch in allen Fachmodellen integriert ist, könne auch Verdrehungen der lokalen Koordinatensysteme zueinander justiert werden, falls dieses erforderlich wird.

6.3 Software

Alle Projektbeteiligten haben sich auf eine aktuelle Version des IFC Datenformates zu einigen – z.B. IFC 4 – die für alle Beteiligten funktioniert und durch deren Software bedient werden kann.

6.4 Modellgenauigkeit

Das Überfrachten der Modelle mit überflüssigen Details ist zu vermeiden. Im Vordergrund steht die Koordination unter den Fachgewerken und die Darstellungserfordernisse aufgrund der gesetzten Ziele. So hat die Modellgenauigkeit der Zweckmässigkeit dieser Ziele zu entsprechen.

Es ist anzustreben, Informationen, die nicht zwingend einer räumlichen Koordination unter den Fachgewerken bedürfen, nur im Digitalen Raumbuch festzuhalten. z.B. Leisten, Oberflächen, Möblierung, auch Kleinteile, die eine gewisse kritische Grösse unterschreiten, wie z.B. Schrauben werden in der Regel nicht dargestellt.

6.5 Regeln zur Modellierung

Beim Aufbau von Modellen sollte die Strukturierung des Gebäudes in Stockwerke und Bauabschnitte grundsätzlich Berücksichtigung finden. Gewerke und Bauteile sollten in daher stets so modelliert werden, wie auch gebaut wird.

Referenzlinien sollten, wo erforderlich an Rohbauobjekten, Betonwänden, Betondecken, festgelegt werden.

Durchbrüche und Steigzonen erfordern eine besondere Aufmerksamkeit in der Koordination unter den Fachgewerken. Es empfiehlt sich hier wie folgt vorzugehen:

Grössere Steigzonen, die als eigenständiger Raum erachtet werden können sind im Modell als solche zu behandeln und im Raummodell und Digitalen Raumbuch entsprechend zu erfassen.

Durchbrüchen der Gebäudetechnik durch tragende Decken und Wände werden klassischerweise in der Aussparungsplanung der Gebäudetechnik erfasst, sind aber vorgängig durch den Architekten und den Bauingenieur freizugeben. Ab einer kritischen Grösse sind Aussparungen und Durchbrüche auch in den Schalungsplänen und Strukturplänen zu berücksichtigen. Sollte die Tragwerksplanung eine derartige Öffnung einmal übernehmen müssen, wird dadurch auch der Freiheitsgrad der Gebäudetechnik eingeschränkt an dieser Öffnung Änderungen vorzunehmen.

6.6 Modellgliederung

Je nach Komplexität des Bauprojektes kann eine Unterteilung in einzelne kleinere BIM Modelle sinnvoll sein. z.B. in Einzelgebäude, Bauabschnitte oder sogar Stockwerke und Zonen.

Die Gliederung innerhalb der BIM-Modelle selbst sollte nach Geschossen erfolgen. Alle Fachmodelle haben diese meist durch das Architekturmodell vorgegebene Gliederung zu übernehmen.

6.7 Veröffentlichung und Dokumentation von BIM-Modellen

Herausgabe und Veröffentlichung von BIM-Modellen sollte nur zu bestimmten, vereinbarten Phasenabschlüssen unternommen werden.

Sollen BIM-Modelle freigegeben resp. veröffentlicht werden, ist über einen gesonderten Modellbesrieb sicherzustellen, dass ein weiterer Nutzer, sich über Qualität und Ausarbeitungsgrad des vorliegenden Modells ein gutes Bild verschaffen kann. Dieses Dokument enthält Erläuterungen zum Zweck des Modells, Aussagen zum Bearbeitungsstand, Angaben zur Modellierungssoftware sowie zu Zielen und Anforderungen, die an das Modell gestellt wurden. Ebenso sind die Einschränkungen hinsichtlich der Verwendung des Modells zu dokumentieren.

Für Arbeitsmodelle ist eine derartige Dokumentation in der Regel nicht erforderlich.

Es empfiehlt sich die IFC Dateien der einzelnen Fachmodelle via Zip-Datei oder ein IFC Optimierungsprogramm in seiner Dateigrösse zu komprimieren.

Für die Dateibezeichnungen können die Regeln des Projekthandbuches verwendet werden. Es ist von Vorteil, wenn die Disziplin der Fachmodelle anhand Ihrer Namensgebung erkennbar bleibt.

6.8 Qualitätssicherung der Fachmodelle

Für die Qualität der einzelnen Fachmodelle ist jeder Planer selbst verantwortlich. Die Konsistenz innerhalb der IFC-Logik sowie die korrekte Berücksichtigung der erforderlichen Dateninformationen sind vor Weiterleitung an den BIM Koordinator eigenständig und fachspezifisch zu prüfen.

7 Begriffe und Richtlinien

7.1 Begriffsdefinitionen

Architekturmodell	Durch den Architekten erstelltes Gebäudemodell, gegliedert in einzelne Fachmodelle siehe 0
Attribute	Attribute sind Informationen, die den Modellelementen frei zugewiesen werden können um z.B. Eigenschaften zu beschreiben und Klassifizierungen vornehmen zu können. (z.B. Feuerwiderstandsklasse, Materialkennwerte, Bezeichnungen)
Aggregationsmodell	Überlagerung und Zusammenführung mehrerer Fachmodelle um die Planung hinsichtlich Konsistenz und Kollisionen der einzelnen Fachbereiche zu überprüfen.
BCF	BIM Collaboration Format, ist eine offene Datenschnittstelle, die die Koordination von Informationen und Änderungswünschen im Planungsteam unterstützt.
BIM-Koordination	Siehe 3.3
BIM-Management	Siehe 3.3
BIM-Viewer	Software zum Analysieren und Betrachten von IFC-Datenmodellen.
Fachmodell	Datenmodelle der Fachplaner (Beispiel: Strukturmodell, Lüftungsmodell, Elektromodell, Raummodell). Siehe 5
Fertigstellungsgrad	Der Begriff des Fertigstellungsgrades wird im Leitfaden Deutschland verwendet. Der Fertigstellungsgrad beschreibt, wie belastbar die Informationen eines BIM-Modells für eine bestimmte Auswertung ist. Inhaltlich muss der Fertigstellungsgrad den fachlich notwendigen Planungsinformationen und der beauftragten Planungsleistung zur jeweiligen Planungsphase entsprechen.
IFC	Industry Foundation Classes ist ein offenes, Software unabhängiges Datenformat, Abgebildet werden die logischen objektbasierte Gebäudestrukturen (z. B. Fenster-Öffnung-Wand-Geschoss-Gebäude), zugehörige Eigenschaften (Attribute) sowie optionale Geometrie. Es lassen sich damit u. a. komplexe 3D-Planungsdaten mit den Bauelementen und beschreibenden Attributen zwischen Bausoftwaressystemen übertragen
Gebäudemodell	Gesamtheit aller Fachmodelle. Siehe Aggregationsmodell
Klassifizierung	Systemische Zuordnung von Bezeichnungen zu Bauteilen, Modellelementen, Materialien o.ä. um diese zu Kategorisieren.
Koordinationsmodell	Siehe Aggregationsmodell

Modellautor	Projektbeteiligter, der für die Erstellung, Änderung (Anpassung) und die Inhalte eines Fach- oder Teilmodells verantwortlich ist. Der Modellautor hat lesenden und schreibenden Zugriff auf "sein" Fach- oder Teilmodell.
Modellelement	Synonym: digitales (oder virtuelles) Bauteil ein Element oder Elementgruppe innerhalb des Gebäudemodells, welches eine physikalische (z.B. Wand), funktionale (z.B. Raum), oder ideelle (z.B. Lasteintrag) Planungskomponente repräsentiert.
Modellnutzer	Projektbeteiligter, der berechtigt ist, das Modell innerhalb seiner Beteiligung an der Projektarbeit zu nutzen. Der Modellnutzer hat nur lesenden Zugriff auf das jeweilige Fach- oder Teilmodell.
Natives Format	softwarespezifisches Datenformat
open BIM	beschreibt eine BIM-Methode, die auf offenen, softwareunabhängigen Datenformaten wie z.B. IFC oder COBie aufbaut und so einer Marktbegrenzung der Planungsbeteiligten entgegensteht.
Modellautor	Projektbeteiligter, der für die Erstellung, Änderung (Anpassung) und die Inhalte eines Fach- oder Teilmodells verantwortlich ist. Der Modellautor hat lesenden und schreibenden Zugriff auf "sein" Fach- oder Teilmodell.
Modellelement	Synonym: digitales (oder virtuelles) Bauteil ein Element oder Elementgruppe innerhalb des Gebäudemodells, welches eine physikalische (z.B. Wand), funktionale (z.B. Raum), oder ideelle (z.B. Lasteintrag) Planungskomponente repräsentiert.
Modellnutzer	Projektbeteiligter, der berechtigt ist, das Modell innerhalb seiner Beteiligung an der Projektarbeit zu nutzen. Der Modellnutzer hat nur lesenden Zugriff auf das jeweilige Fach- oder Teilmodell. Änderungen muss er dem Modellautor vorschlagen.
Strukturelement	genauer Strukturmodellelement Ein gliederndes oder zusammenfassendes Modellelement, z.B. eine Ebene (Stockwerk) als räumliches Strukturelement, oder ein Anlagensystem als funktionales Strukturelement.

7.2 Normen und Grundlagen

ISO 29481-1	Virtuelle Gebäudemodelle (BIM) - Informationshandbuch - Teil 1: Methodik und Format
ISO 29481-2	Virtuelle Gebäudemodelle (BIM) - Informationshandbuch - Teil 2: Interaction Framework
ISO/TS 12911 (2012)	Struktur für die Erstellung von Richtlinien zu virtuellen Gebäudemodellen (BIM)
ISO 16739 (2013)	Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und dem Anlagen-Management
ISO/FDIS 12006-2	Hochbau - Organisation des Austausches von Informationen über die Durchführung von Hoch- und Tiefbauten - Teil 2: Struktur für die Klassifizierung von Informationen
SIA 112 / 102 / 103 / 108	Leistungsmodell sowie Ordnung der Leistungen und Honorare der Architektur, Bauingenieurwesen und Gebäudetechnik
SN 506 511	Anwenderhandbuch Baukostenplan Hochbau eBkP-H
BIM Leitfaden Deutschland	veröffentlicht im Dez.2013 im Rahmen des Forschungsprogramm ZukunftBAU durch Bundesamt für Bauwesen und Raumentwicklung (BBR)
COBIM 2012	Finnische BIM Empfehlungen, erarbeitet von regionale Marktteilnehmern und Interessensverbänden
2013 LOD Specification	BIMforum.org
1192-2, PAS (2013)	Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling; BSI 2013