

# **Interoperabilität**

## Herausforderungen und Lösungsansätze zur disziplinenübergreifenden Zusammenarbeit mit digitalen Bauwerksmodellen

### **MAS Digitales Bauen**

### **Masterthesis**

### **Erweiterter Abstrakt**

Manfred Huber, dipl. Arch. ETH SIA  
aardeplan ag /FHNW  
manfred@aardeplan.ch  
manfred.huber@fhnw.ch

**Zusammenfassung.** Die Fähigkeit zwischen den Disziplinen digitale Bauwerksmodelle auszutauschen (Interoperabilität) ist stark eingeschränkt. Es zeigt sich in der Praxis, dass geometrische Daten bei entsprechenden Vereinbarungen relativ gut miteinander ausgetauscht werden können. Nichtgeometrische Daten können zwar ausgetauscht, aber nur sehr beschränkt weiter genutzt werden. Die Qualität der Daten ist stark begrenzt und eignet sich nur ganz selten für eine langfristige Nutzung. Die Arbeit zeigt auf, wo heute die Herausforderungen liegen, welche Bestrebungen nötig sind um die Interoperabilität deutlich zu verbessern und welche Auswirkungen dies auf die Schweiz und ihre Planungs- und Baukultur hat.

## **1. Einleitung**

Building Information Modelling ist eine Methode, bei der digitale Bauwerksmodelle genutzt werden. Die Modelle sind Informationsdatenbanken, welche den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes abbilden. Eine enge, modellbasierende Zusammenarbeit aller Anspruchsgruppen ist die Basis der Methode: Von der Bauherrschaft, über die Planer und den ausführenden Unternehmungen, bis zu den Betreibern und Nutzern von Bauwerken.

Jede Partei nutzt eigene Modelle, die mit den anderen abgestimmt und zu einem Koordinationsmodell zusammengefügt werden. Der Workflow der Koordination ist nur einer von verschiedenen. Weitere sind unter anderem die Auswertung von Modellen, die direkte Zusammenarbeit oder die Übergabe von Modellen zur Weiterbearbeitung. All diese Workflows sind auf einen effizienten, modellbasierenden Austausch und eine anschliessende Nutzung von Informationen angewiesen. Diese Fähigkeit, möglichst nahtlos zusammenarbeiten zu können [Duden, 2016], wird als Interoperabilität bezeichnet. Sie wird momentan intensiv diskutiert. Eine der umfassendsten Definitionen stammt von der [Groupe de travail sur l'interopérabilité, 2015]:

„Interoperabilität ist die Fähigkeit eines Programms oder Systems (dessen Schnittstellen vollständig offengelegt sind) mit anderen gegenwärtigen oder

zukünftigen Produkten oder Systemen ohne Einschränkungen hinsichtlich Zugriff oder Implementierung zusammenzuarbeiten bzw. zu interagieren.“

Diese Definition beruht auf der Grundidee von open BIM und grenzt sich bewusst zur Kompatibilität (Möglichkeit zweier unterschiedlicher Systeme zu kommunizieren) und dem de-facto Standard (ein Marktteilnehmer ist so dominant, dass die anderen Anstrengungen unternehmen, um mit kompatibel zu sein) ab.

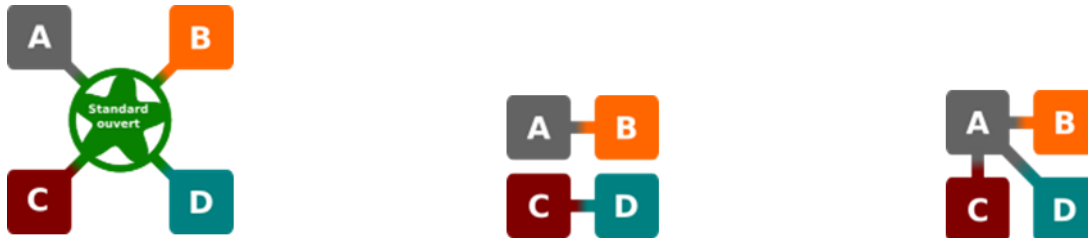


Abb. 1: Interoperabilität, Kompatibilität und de-facto Standard [Groupe de travail sur l'interopérabilité, 2015]

Technische Aspekte stehen bei den meisten Definitionen von Interoperabilität im Fokus. Fasst man den Begriff des Systems weiter als eine Gruppe von Personen, deren Beziehungen sich quantitativ und qualitativ von anderen Personen und Gruppen abheben, so sind auch soziale, organisatorische und prozessuale Aspekte Bestandteil der Definition. Das heisst neben den technischen Aspekten der Implementation eines offenen BIM-Austauschstandards, sind die Aspekte der Organisation, der Prozessmodellierung und Vereinbarungen bezüglich den Modellinhalten entscheidend für eine möglichst hohe Interoperabilität. Daher beinhaltet die dieser Arbeit zu Grunde liegende Definition der Interoperabilität – neben den technischen Aspekten – auch die organisatorischen.

*Die Interoperabilität ist die Fähigkeit, digitale Bauwerksmodelle mit heutigen oder zukünftigen Produkten zur Zusammenarbeit zu nutzen und damit Informationen auf effiziente und auswertbare Weise, ohne zusätzliche Absprachen auszutauschen, respektive zur Verfügung zu stellen.*

## 2. Wunsch und Realität

Die Möglichkeiten, die sich mit Building Information Modelling anbieten, scheinen unbegrenzt. Für Bauherren, Nutzer und Betreiber muss ein neues Zeitalter angebrochen sein:

„Die Anwendungsvielfalt, die durch BIM für den Bauherren generiert werden kann ist grenzenlos. [...]. Das Facility Management ist mit BIM in der Lage, Umzüge, Beteiligte sowie entsprechende Dienstleistungsunternehmen mühelos zu koordinieren.“ [Bredehorn & Heinz, 2016, S. 33 und 32].

Die Realität sieht anders aus. Der Austausch von geometrischen Informationen ist heute relativ gut machbar. Nichtgeometrische Informationen hingegen können nur beschränkt ausgetauscht werden. Die Qualität der Informationen und die damit zusammenhängenden Daten sind meist mangelhaft und eine weitere Nutzung ist nur mit grossem Aufwand möglich. [Bredehorn & Heinz, 2016, S. 35] halten nach ihren euphorischen Aussagen im Buch *BIM – Einstieg kompakt für Bauherren* zwei Seiten später ernüchternd fest:

„BIM setzt ein hohes Mass an Disziplin bei allen Projektbeteiligten voraus, hat noch viele fehleranfällige Schnittstellen, die beachtet werden müssen, und erfordert eine gemeinschaftliche sowie disziplinübergreifende Projektabwicklung.“

### 3. Geschichtlicher Rückblick

Obwohl die Methode der modellbasierenden Planung schon 1975 von Charles Eastman [Eastman, 1975, S. 46-50] beschrieben und neun Jahre später die erste BIM-fähige Software [Hausknecht & Liebich, 2016, S. 84] auf den Markt gekommen ist, nutzen nur wenige Planer diese Methode und tauschen digitale Bauwerksmodelle aus. Hauptinformationsträger sind heute immer noch digitale 2D-Plandarstellungen oder Pläne in Papierform. In über 80% der Fälle erfolgt der Austausch in den Formaten PDF, DWG, DXF oder in Papierform. Ergänzt werden die Pläne durch Beschriebe als Office- oder PDF-Dokumente. Selbst nur 29% der Anwender der BIM-Methode nutzen das für den Austausch von digitalen Bauwerksmodellen geschaffene Format IFC [Both; Koch & Kindsvater, 2013, 76]. Und gar nur 2% der Planer setzen Modelle für die Ermittlung und Steuerung von Kosten und Terminen ein [Braun; Rieck & Köhler-Hammer, 2015, S.10]. Diese Zahlen vermitteln den Eindruck, dass das Bedürfnis nach neuen Methoden gering ist und die Zufriedenheit mit den ausgetauschten Planungsunterlagen hoch. Doch 43% bis 60 % der Studienteilnehmer von [Both; Koch & Kindsvater, 2013, S. 91] bemängeln die formale und inhaltliche Qualität der ausgetauschten Unterlagen!

Der heutige Informationsaustausch in der Planungs- und Bauindustrie hat sich im Grundsatz seit der Zeit von Filippo Brunelleschi (1377-1446) und Leon Battista Alberti (1404-1472) kaum verändert. 1410 entwickelte Brunelleschi die Perspektive und Alberti beschrieb in seinem Werk *De Re Aedificatoria* (Zehn Bücher über die Baukunst) 1452 die Verwendung von Bauplänen. Die Rolle der Planer, wie auch die Komplexität der zu planenden, bauenden und betreibenden Bauwerke hat sich aber in den vergangenen Jahrhunderten radikal verändert. Die Planungswerkzeuge sind hingegen weitestgehend dieselben geblieben: Der Bleistift wurde durch den Tuschestift ersetzt und der Tuschestift durch die Computermaus. Weiterhin beschreiben Punkte, Linien und Flächen unsere Bauwerke.

### 4. Stand der Regelung

Wie Beispiele aus der Praxis zeigen, könnte die modellbasierende Planung und Kommunikation – trotz allen Schwierigkeiten – Realität sein. Mit dem umfassenden Datenmodell IFC (Industry Foundation Classes) steht seit 2001 auch in der Praxis ein offenes und neutrales Datenformat zur Verfügung. Zudem haben die Softwarewerkzeuge heute einen Reifegrad erreicht, der ein effizientes Erstellen und Austauschen von digitalen Bauwerksmodellen erlaubt.

Trotzdem ist die Fähigkeit digitale Bauwerksmodelle zur Zusammenarbeit zu nutzen und damit Informationen auf effiziente und auswertbare Weise auszutauschen, eingeschränkt. Die Interoperabilität ist nicht gegeben.

Neben dem mangelnden Wissen bezüglich der Abwicklung von BIM-Projekten fehlen Standards. Wer, was, wem, wann und in welcher Qualität zu liefern hat, ist nicht geregelt und muss für jedes Projekt von Neuem vereinbart werden. Es bestehen zwar Normen die beschreiben, wie man diese Frage klären kann (IDM) [ISO 29481-1, 2016] und wie Merkmale zu definieren und zu ordnen sind (IFD) [ISO 12006-3, 2007], doch dies für jedes BIM-Projekt von neuem zu tun, ist weder zielführend noch wirtschaftlich.

Mit über 600 Klassen [buildingSMART, 2007] können mit dem IFC-Datenmodell Bauwerke über ihren gesamten Lebenszyklus abgebildet werden. So umfangreich das Datenaustauschmodell auch ist, so anforderungsreich ist dessen Nutzung. Da das Datenmodell IFC auf einer internationalen Norm [ISO 16739, 2013] beruht, sind länderspezifische

Ergänzungen festzulegen. Diese wurden für die Schweiz nicht gemacht. Zum Beispiel fehlen für die Kennzeichnung der Art der Flächennutzung (IfcProperty Category) Angaben zu den Datentypen und Wertebereichen. Ob die Hauptnutzfläche als *HNF*, *Hauptnutzfläche*, *Hauptnutzflaeche* oder *2.1.1.1* zu bezeichnen ist, lässt das IFC-Datenmodell mit dem Datentyp IfcLabel offen. Es folgt aber der Hinweis, dass die nationale Codierung zu verwenden ist. Ohne eine verbindliche Regelung, lässt sich die Geometrie relativ gut austauschen, nichtgeometrische Informationen können daher aber nur mit erheblichem Nachbearbeitungsaufwand ausgetauscht werden.

Die in den letzten Jahren zahlreich publizierten Fachbücher und Leitfäden helfen meist nicht weiter. Sie erläutern zwar den BIM-Prozess und geben wichtige Hinweise. Verbindliche Regelungen, wie Modelle zu strukturieren sind und welche konkreten Informationen in welcher Qualität für einen gewissen Workflow in den Modellen vorhanden sein müssen, fehlen.

## 5. Massnahmen

Um die Interoperabilität rasch und nachhaltig zu verbessern, sind zusätzliche Regelungen und deren Implementation in die Softwareprodukte notwendig. In einem ersten Schritt (bis 2018) sind ein BIM-Referenzprozess und die dazugehörigen Modelle mit ihren Eigenschaften zu definieren.

Die Art der verwendeten Workflows im BIM-Prozess hat einen starken Einfluss auf den nötigen Grad der Regulierung. Reine Referenzworkflows, bei denen Modelle anderer Disziplinen als Referenzen genutzt werden, haben geringe Anforderungen an die nichtgeometrischen Informationen. Werden Modelle aber zur Auswertung oder sogar zur weiteren Bearbeitung übergeben, so sind die einzuhaltenden Regelungen umfassend.

Attribute Daten								
Attribute Informationen								
IFC- Klassen								
Gliederung Objekte								
Einfügepkt. / Geometrie								GUID
<b>Workflow</b>	<b>Referenz</b>	<b>Koordination</b>	<b>Auswertung</b>	<b>Übergabe</b>	<b>Zusammenarbeit</b>	<b>Kommunikation</b>		

Abb. 2: Anforderungen an die Regelungen in Abhängigkeit des Workflows

ORGANISATION DER MODELLE - VERBINDUNG PROZESSPLAN UND MODELLPLAN									
<b>Zusammenarbeit</b> Workflows Referenzworkflow re = Import Koordinationsworkflow ko = Export/Datadrop Auswertungsworkflow aw = Export/Datadrop Übergabeworkflow üb Zusammenarbeitsworkflow zu Kommunikationsworkflow ko		Rev. Datum: 07.09.16 Autor: M.Huber Das Dokument ist projektspezifisch anzupassen		Autor: M.Huber Projekt: Dokumentenversion: 1.1					
		<b>Modelle:</b> Information -> Attribute (Datentypen, Werte), Mengen Geometrische Repräsentation: CSG, B-rep etc. MVD -> Export/Übersetzer Erhaltendes Modell: Beisp._LOD300_aw Zu erstellendes und lieferndes Modell: Beisp._LOD200_rf							
Modelle	Code	Nutzung	SIA 1	SIA 2	SIA 31	SIA 32	SIA 4	SIA 5	SIA 6
<b>Generalsplanerteam</b>									
Koordinationsmodell	KO	Koordination			SMC_AR_LOD250 SMC_SPI_LOD100 SMC_HLSE_LOD100 SMC_AS_LOD100 SMC_SPB_LOD100	SMC_AR_LOD300 SMC_SPI_LOD100 SMC_HLSE_LOD200 SMC_AS_LOD100 SMC_SPB_LOD100	SMC_AR_LOD350 SMC_TR_LOD350 SMC_SPI_LOD100 SMC_HLSE_LOD300 SMC_AS_LOD100 SPB_LOD100	SMC_AR_350 SMC_TR_LOD350 SMC_SPI_LOD100 SMC_HLSE_LOD400 SMC_AS_LOD100 SPB_LOD100	
Koordinationsmodell	KO	Kommunikation			BCF_AR_LOD250 BCF_SPI_LOD100 BCF_HLSE_LOD100 BCF_AS_LOD100 BCF_SPB_LOD100 BCF_BS	BCF_AR_LOD300 BCF_SPI_LOD100 BCF_HLSE_LOD200 BCF_AS_LOD100 BCF_SPB_LOD100 BCF_BS	BCF_AR_LOD350 BCF_TR_LOD350 BCF_SPI_LOD100 BCF_HLSE_LOD300 BCF_AS_LOD100 BCF_LOD100 BCF_BS	BCF_AR_LOD350 BCF_TR_LOD350 BCF_SPI_LOD100 BCF_HLSE_LOD400 BCF_AS_LOD100 BCF_LOD100 BCF_BS	
<b>Architektur</b>									
Architekturmodell	AR	Planung		AR_LOD200	AS_LOD100_ko SPI_LOD100_ko AR_LOD250_aw	AS_LOD100_ko SPI_LOD100_ko AR_LOD300_aw	AS_LOD100_ko SPI_LOD100_ko AR_LOD350_aw	AS_LOD100_ko SPI_LOD100_ko AR_LOD350_aw	
		Mengen SIA 416		RA_LOD200_aw	RA_LOD250_aw	RA_LOD300_aw	RA_LOD350_aw	RA_LOD350_aw	
		Kosten eBKP			AR_LOD250_aw	AR_LOD300_aw	AR_LOD350_aw	AR_LOD350_aw	
		Submission							
		Tür/Fensterl.			AR_LOD250_aw	AR_LOD300_aw	AR_LOD350_aw	AR_LOD350_aw	
		Visualisierung							
Rohbaummodell	RO			RO_LOD200	RO_LOD250_aw	RO_LOD300_aw	RO_LOD350_aw	RO_LOD350_ko	
Ausbaumodell	AU					AU_LOD300_ko	AU_LOD350_ko	AU_LOD350_ko	
Gebäudehüllenmodell	GE				GE_LOD250_aw	GE_LOD300_aw	GE_LOD350_aw	GE_LOD350_ko	
Raummodell	RA			AR_LOD100_üb RA_LOD100_üb	AR_LOD100_üb RA_LOD200_üb	AR_LOD100_üb RA_LOD300_üb	AR_LOD100_üb RA_LOD350_üb	AR_LOD100_üb RA_LOD350_üb	

Abb. 3: Auszug Organisation der Modelle – Verbindung Prozessplan und Modellplan. Bezeichnung der zu übergebenden Modelle mit Kennzeichnung der Art des Workflows (Referenz = re, Koordination = ko, Auswertung = aw, Übergabeworkflow = üb., Zusammenarbeit = zu, Kommunikation = ko)

Ergänzend dazu ist eine Richtlinie zur Gliederung der Modelle zu veröffentlichen. Referenzprozesse wie Modellierleitfaden geben für alle Parteien verbindliche Regelungen vor, die projektspezifisch anzupassen und zu ergänzen sind. Diese Massnahmen könnten relativ zeitnah im Rahmen des Projektes SIA Dokumentation D0256 BIM umgesetzt werden.

Mittelfristig (bis 2021) sind Modellvorlagen (Model View Definitions) und die dazu gehörenden Attribute mit ihren Datentypen informationstechnisch zur Verfügung zu stellen. Fehlende Attribute und Datentypen sind zu erarbeiten. Eine nationale Zertifizierungsstelle muss die Qualität sichern und die Übereinstimmung bezüglich den CEN-Vereinbarungen prüfen.

Anschliessend können die Daten freigegeben und durch Merkmalsserver publiziert werden. Dabei wird es nicht ein zentrales Datenverzeichnis geben, sondern mehrere auf unterschiedlichen Ebenen. Wichtig wird sein, dass Redundanzen vermieden werden und die gleiche Eigenschaft nur einmal vorliegt. Die Dienste, die diese Eigenschaften anbieten, müssen auf verschiedene Verzeichnisse zurückgreifen können. Neben den Informationen und Daten sind in diesen Verzeichnissen auch Model View Definitions abzubilden. Dies ermöglicht Anwender, passend auf die jeweilige Aufgabe, auf vordefinierte Modellschemas zurückgreifen zu können. Neben informationstechnischen Fragen, die momentan im Rahmen des [CEN/TC 442 BIM, 2015] gelöst werden, sind vor allem politische und organisatorische Fragen zu klären:

- Wer definiert die IfcLabel Datentypen?
- Wer darf zusätzliche Attribute, Datentypen, PropertySets oder Model View Definitions (MVD) vorschlagen oder erarbeiten?
- Wer zertifiziert die Attribute, Datentypen, PropertySets und die MVDs?

- Wer erstellt die Datenverzeichnisse?
- Wer bietet die Dienste an, die solche Datenverzeichnisse zur Verfügung stellen?
- Wie sieht die Implementation in den BIM-Anwendersoftwareprodukten aus?

Ohne das Lösen dieser Aufgaben wird die Interoperabilität nur beschränkt Fortschritte machen. Verzichtet die Schweiz darauf diese Fragen zu klären und eine auf die Schweizer Planungs- und Baukultur abgestimmte Lösung zu erarbeiten, so wird der Markt trotzdem reagieren: Die Planungs- und Bauindustrie wird sich an Lösungen aus dem Ausland bedienen. Die Frage einer funktionierenden Interoperabilität ist keine Frage des Wollens, sondern schlicht eine Frage der Wirtschaftlichkeit. Ein *Masterplan Digitales Bauen 2025* für die Schweiz tut not. Er ermöglicht die Gliederung und Organisation von Massnahmen und hilft die offenen Fragen zu beantworten.

Das Bewusstsein muss dringend geschärft werden, dass es bei der Einführung der modellbasierenden Planung und Kommunikation um vielmehr geht, als um den Wechsel eines Werkzeuges, wie damals vom Tuschestift zur Computermaus. Die Planungs- und Bauindustrie verabschiedet sich momentan – mehr oder weniger unbewusst – von Informationsträgern und Zusammenarbeitsmethoden, die uns seit 600 Jahren geprägt haben. Das disziplinspezifische Wissen bleibt, Werkzeug und Methodik ändern sich aber radikal. Zwei von drei Säulen des Berufsfeldes Hochbau werden ausgewechselt. Was bedeutet dies?

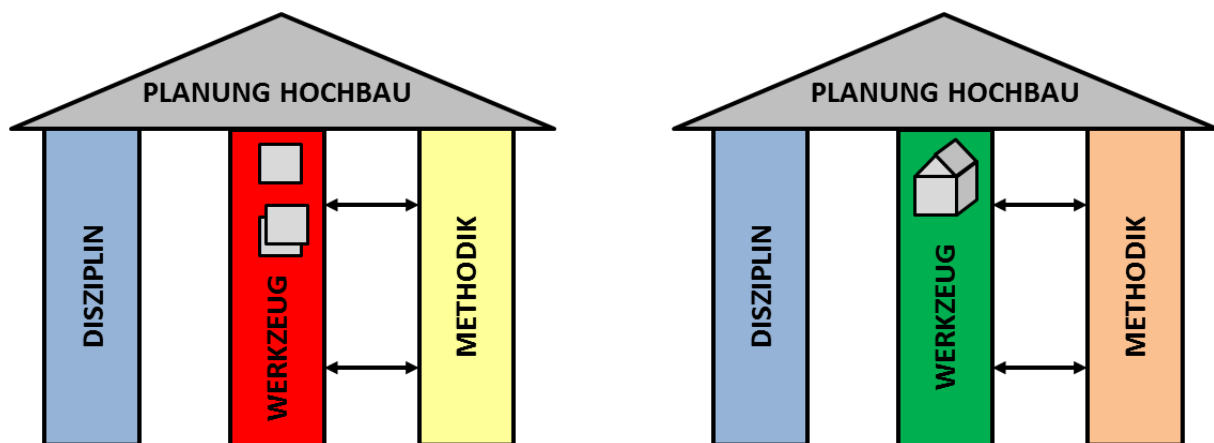


Abb. 4: Disziplin – Werkzeug – Methodik: Das disziplinspezifische Wissen bleibt, die Werkzeuge ändern sich und die Methodik passt sich den Werkzeugen an. Zwei von drei Säulen der Planung Hochbau werden ausgewechselt

Schärfen wir unser Bewusstsein. Nutzen wir die Chancen und gestalten die Zukunft unseres Berufsstandes aktiv mit. Sorgen wir dafür, dass die offene, digitale und integrale Zusammenarbeit Wirklichkeit wird und die Interoperabilität Realität ist. Bringen wir uns ein und bilden die zukünftigen Berufsleute wirklich für die Zukunft aus.

[Hausknecht & Liebich, 2016, S 55] warnen:

„Wenn sich die Architektenschaft dieser neuen digitalen Form der Koordination entzieht, werden andere Anbieter diese Lücke füllen und ein weiteres Leistungsbild wird aus den üblichen Architektenaufgaben herausgelöst werden.“

Nutzen wir lieber die von [Both, Koch, Kindsvater, 2013, S. 180] formulierte Chance:

„Wird der Architekt innerhalb eines solchen Kontextes vielleicht wieder zum inhaltlichen Integrator, Koordinator und somit zum prozessbestimmenden Akteur?“

## 6. Literatur- und Abbildungsverzeichnis

- [Both; Koch & Kindsvater, 2013] von Both, Petra; Koch, Volker; Kindsvater, Andreas: BIM – Potentiale, Hemmnisse und Handlungsplan. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2013
- [Braun; Rieck & Köhler-Hammer, 2015] Braun, Steffen; Rieck, Alexander; Köhler-Hammer, Carmen: Digitale Planungs- und Fertigungsmethoden. Stuttgart: Fraunhofer IAO, 2015
- [Bredehorn & Heinz, 2016] Bredehorn, Jens; Heinz, Marc. In: Przybylo, Jakob (Hrsg.): BIM-Einstieg kompakt für Bauherren. Mehrwerte und Potentiale für Bauherren, Investoren und Betreiber. Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2016, S.
- [buildingSMART, 2007] buildingSMART: IFC 2x Edition 3. Technical Corrigendum. 2007, <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC2x3/TC1/html/index.htm> [Stand 27.08.2016]
- [CEN/TC 442 BIM, 2015] CEN/TC 442 BIM: Business Plan. 2015, <https://standards.cen.eu/BP/1991542.pdf> [Stand 01.08.2016]
- [Duden, 2016] Duden: Interoperabilität. 2016, <http://www.duden.de/rechtschreibung/Interoperabilitaet> [Stand: 12.08.2016]
- [Eastman, 1975] Eastman, Charles M.: The Use of Computers Instead of Drawings. In: Building Design. AIA Journal, 1975 (March), S. 45-50
- [Hausknecht & Liebich, 2016] Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas: BIM-Kompendium – Building Information Modeling als neue Planungsmethode. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2016
- [Groupe de travail sur l'interopérabilité, 2015] Groupe de travail sur l'interopérabilité: Degrés d'opérabilité. 2015, <https://aful.org/gdt/interop> [Stand: 12.08.2016]
- [ISO 12006-3, 2007] ISO 12006-3: 2007. Building construction -- Organization of information about construction works -- Part 3: Framework for object-oriented information
- [ISO 16739, 2013] ISO 16739: 2013. Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing and in the construction and facility management industries
- [ISO 29481-1, 2016] ISO 29481-1:2016. Building information models -- Information delivery manual -- Part 1: Methodology and format

- Abb. 1: Interoperabilität, Kompatibilität und de-facto Standard [Groupe de travail sur l'interopérabilité, 2015] 2
- Abb. 2: Anforderungen an die Regelungen in Abhängigkeit des Workflows 4
- Abb. 3: Auszug Organisation der Modelle – Verbindung Prozessplan und Modellplan. Bezeichnung der zu übergebenden Modelle mit Kennzeichnung der Art des Workflows. 5
- Abb. 4: Disziplin – Werkzeug – Methodik: Das disziplinspezifische Wissen bleibt, die Werkzeuge ändern sich und die Methodik passt sich den Werkzeugen an. Zwei von drei Säulen der Planung Hochbau werden ausgewechselt 6