

179

MITTEILUNGEN der GEOTECHNIK SCHWEIZ
PUBLICATION de la GÉOTECHNIQUE SUISSE
AVVISO di GEOTECNICA SVIZZERA

Herbsttagung vom 10. November 2020, Journée d'étude du 10 novembre 2020, Biel/Bienne

BIM – Definition und Realitätscheck

Bernd Domer

BIM – Definition und Realitätscheck

1 Einleitung

1.1 BIM: ein Buzzword

Tagungen, welche in ihrem Titel das Wort «BIM» tragen, erfreuen sich zurzeit grosser Beliebtheit. Auch die Verbände VSS und Geotechnik Schweiz sind, allerdings mit einer gewissen Berechtigung, dieser Versuchung erlegen. Einfach alles, was momentan in der Bauindustrie auf irgendeine Weise digital geschieht, wird mit «BIM» bezeichnet. Visionäre zeichnen das Bild einer vollkommen computergesteuerten Konstruktion und entwickeln Ideen im Minutentakt. In dieser dynamischen Diskussion ist es wichtig, nicht die Bodenhaftung zu verlieren. BIM ist längst keine «Zukunftstechnologie» mehr, sondern Realität. Anfangs- und Folgeinvestitionen in Ausbildung, Weiterbildung und Programme sind allerdings erheblich. Jeder Bauschaffende wird sich daher genau ansehen, inwiefern die Methode für seine konkreten Anwendungsfälle ihre Alltagstauglichkeit und insbesondere ihren Mehrwert unter Beweis stellt. Nur wenn dies gewährleistet ist, wird er die erforderlichen Anschaffungen tätigen.

Dabei ist es hilfreich, eine gemeinsame Definition von «BIM» zu entwickeln und diese mit der Realität abzugleichen. Was möchten wir eigentlich unter «BIM» verstehen? Greift der Begriff weit genug? Wird er inflationär verwendet?

1.2 Was ist BIM?

Einigkeit besteht darüber, dass bei der BIM Methode die gesamte Wertschöpfungskette des Immobilienwesens digital abgebildet werden soll. Ziel ist es, Fehler zu vermeiden, qualitativ besser, günstiger und schneller zu bauen sowie den anschliessenden Betrieb von Bauwerken zu erleichtern. Was sich in zwei Sätzen ausdrücken lässt, birgt bei der Realisierung etliche Herausforderungen. Die dazu erforderlichen digitalen Bausteine werden im Folgenden unter 2. definiert.

Da der Begriff «BIM» momentan ein starkes Interesse erzeugt, wird er bevorzugt für sämtliche digitale Aktivitäten des Bauwesens verwendet. Dies kann die Benutzung von digitalen Modellen bei der Fertigung von Bauelementen betreffen, ein digitales Aufmass auf der Baustelle, eine numerische Kransteuerung und vieles mehr. Im Rahmen dieses Beitrages beschränkt sich der Begriff auf ein digitales Modell, welches die für die Realisierung eines Bauwerkes erforderlichen planerischen Aktivitäten unterstützt.

Um es vorweg zu nehmen: momentan lässt sich der gesamte Arbeitsfluss nur für Hochbauprojekte in einem Realitätscheck validieren. Für den Tiefbau, Verkehrswegebau oder die Geotechnik ist dies komplexer. Insbesondere die Integration von Raumplanungsaspekten, welche sich hauptsächlich GIS¹-Datenstrukturen befinden, ist schwierig.

1.3 Softwarekategorien

Es gibt nicht «eine» Software welches alle Anwendungsfälle des digitalen Bauens abdeckt. Nur das Zusammenspiel mehrerer, spezialisierter Programme, bringt das gewünschte Ergebnis. Damit die Datensätze konsistent bleiben und Mehrfacheingaben vermieden werden, ist ein Informationsaustausch über interoperable (kompatible) Datenformate zwingend erforderlich. Nachfolgend wird versucht, Software zu klassifizieren und die erforderlichen Eigenschaften jeder Kategorie zu beschreiben.

1.3.1 BIM Autorenprogramme

BIM Autorenprogramme ermöglichen die dreidimensionale Modellierung von Bauwerken mittels Objekten. Die bekanntesten Vertreter sind, in alphabetischer Reihenfolge und ohne Anspruch auf Vollständigkeit: Allplan, Archicad, Bentley, Cadworks, Revit, Vectorworks. Nicht alle diese Programme bieten Modellierungsfunktionen für Infrastruktur- oder Geotechnikelemente an. Andere, wie zum Beispiel Civil 3d, eignen sich zwar für die Planung von Infrastrukturprojekten, sind aber wegen einer unvollständigen Einbindung der objektorientierten

¹ Geographical Information Systems

Modellierung nur bedingt als BIM - Systeme zu bezeichnen. Sie stellen allerdings eine wichtige Brücke zwischen GIS-Systemen und BIM dar.

1.3.2 BIM Viewer

BIM Viewer sind Programme, welche digitale Bauwerksmodelle visualisieren. Dabei können fast immer die den Objekten zugeordneten Attribute abgefragt werden. In wenigen Fällen lassen sich, neben dem gängigen IFC-Dateiformat, auch andere Formate (wie z. B. CityGML) anzeigen. Die Viewer sind, in den meisten Fällen kostenlos und erlauben eine vollständige Betrachtung des dreidimensionalen Modelles ohne Autorensoftware. Das Modell lässt sich mit ihnen nicht verändern.

1.3.3 Analyse von digitalen Modellen (BIM Checker)

BIM Analyseprogramme erlauben die in einem digitalen Modell enthaltenen Objektinformationen auszuwerten. Sie sind ein wichtiger Bestandteil der Qualitätssicherung und ermöglichen zum Beispiel die Kontrolle ob alle für den Arbeitsfluss erforderlichen Daten vorliegen oder die benötigten Raumgrößen eingehalten werden. In einem konsolidierten Modell, welches aus den Teilmodellen der Fachplaner zusammengesetzt ist, lassen sich geometrische Konflikte durchzuführen. Ein integriertes Werkzeug kommuniziert die aufgefundenen Fehler (issues) und verfolgt deren Bearbeitung.

1.3.4 Simulationsprogramme

Diese arbeiten auf den mit BIM Autorensystemen erstellten Modellen und benutzen deren Geometriedaten. Simulationen umfassen die strukturelle Analyse von Tragwerken, die thermische Analyse von Gebäuden oder andere Fragestellungen, welche physikalische Berechnungen erfordern.

1.3.5 Programme zur Planung von Infrastruktur

Mit Infrastruktur sind lineare Bauten, wie Verkehrswege, Brücken, Tunnel oder Versorgungsleitungen (Wasser, Elektrizität, Gas, Telekommunikation, etc.) gemeint. Wie eingangs erwähnt, setzen die vorhandenen Programme den Ansatz einer objektorientierten Modellierung allerdings nur unvollständig um und eignen sich nicht durchgehend für alle Arten von Infrastrukturprojekten.

1.3.6 Plattformen – Workflow

BIM Plattformen unterstützen die einzelnen Fachplaner bei der Zusammenführung ihrer Teilmodelle. Dabei offerieren sie voneinander abgegrenzte Projekt Räume, in denen die Zugriffsrechte für die einzelnen Benutzerarten definiert werden. Oft besitzen sie eine Schnittstelle zu den unter 1.3.3 erwähnten «BIM-Checkern». Die von den «Checkern» identifizierten Konflikte werden direkt an die zuständigen Personen zur Weiterbearbeitung kommuniziert. Ein Management Tool verfolgt den Fortschritt der Projektbearbeitung.

2 Eigenschaften von digitalen Bauwerksmodellierungen

2.1 Dreidimensionale Modellierung von Objekten, ihren Attributen und Beziehungen

Die in den Anfängen des CAD's übliche Modellierung mit grafischen Primitiven, wie Linien, Rechtecken, Kreisen, etc., weicht beim BIM einem objektorientierten Ansatz. Die zur Verfügung stehenden Objekte repräsentieren die für ein Bauwerk benötigten Elemente. Im klassischen Hochbau sind dies zum Beispiel Wände, Stützen, Decken oder auch architektonische Elemente, wie z.B. Fenster.

Eine objektorientierte Modellierung repräsentiert nicht nur die Geometrie, sondern auch die Beziehungen der einzelnen Objekte untereinander: so «weiss» zum Beispiel ein Fenster, dass es einer bestimmten Wand zugeordnet ist. Fenster können nicht in Bauteile platziert werden, für die sie nicht vorgesehen sind. Ein Deckenbauteil wird z. B. keine Fenster als Öffnungselement akzeptieren.

Beziehungen unter Objekten helfen, eine Modellierung kohärent zu halten. Wird ein Fenster vergrössert oder verkleinert, passt sich die dazugehörige Wand an die neue Grösse an. Selbst wenn das Fenster entfernt wird, schliesst das Programm automatisch die entstehende Lücke. Alle zugehörigen Mengenanalysen werden aktualisiert und nachgeführt.

Die Modellierung geschieht ohne Ausnahme dreidimensional und jedem Objekt können alle erforderlichen Datenattribute, wie zum Beispiel technische Werte, «mitgegeben» werden.

2.2 Strukturierung von Bauwerken über Anordnungsbeziehungen

Anordnungsbeziehungen von Bauelementen tragen zu einer kohärenten Modellierung bei. Dazu ist es notwendig, Strukturelemente zu definieren. Bei Hochbauprojekten sind dies Achsen und Geschosse. In den einzelnen Geschossen können noch Unterteilungen in Zonen und Räume vorgenommen werden. Verkehrswegebauwerke werden über die Achse und Kilometrierung strukturiert. Das «Wissen» der einzelnen Bauelemente, mit welchen anderen Objekten sie in Beziehung stehen, erlaubt die Auswirkungen von Änderungen an einem Objekt an alle anderen ebenfalls betroffenen Objekte weiter zu geben und geeignete Operationen auszulösen. Wird z. B. ein Fenster in eine Wand gesetzt, erhält die Wand automatisch die für den Einbau des Fensterelementes erforderliche lichte Öffnung.

2.3 Integration des Lebenszyklus über die Definition von Detaillierungsgraden

Die bekanntesten Detaillierungsgrade sind LOIN = LOIG + LOI. In dieser Gleichung steht «LOIN» für «Level of information need» welcher sich aus den geometrischen Informationen (LOIG) und den Objektattributen (LOI) zusammensetzt. Bauen digital Schweiz hat dazu eine schweizerische Interpretation entwickelt (Bild 2), welche sich an den Planungsphasen orientiert. Dabei wird mit «100» das Vorprojekt und mit «500» das Betreibermodell bezeichnet.

Detaillierungsgrade sind wichtig, sie liefern die Meilensteine, an denen sich der Arbeitsfortschritt aller Planer messen und koordinieren lässt. Die Teilmodelle werden bei Erreichen eines Detaillierungsgrades für eine Qualitätsprüfung durch einen BIM-Checker zusammengefügt. Dabei lassen sich die Informationen für alle Lebenszyklen integrieren und stehen für die Verwendung mit entsprechenden Systemen bereit.

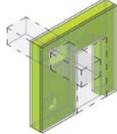
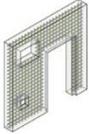
	100	200	300	400	500
Wandkonstruktion – Ortbeton C2 Wandkonstruktion, C5 Ergänzende Leistungen zu Konstruktion					
LOG					
LOI	Grundmasse	B/H/T und Öffnungen schematisch	B/H/T und Öffnungen exakt	Aussparungen, Einbauten	Bewehrung, Stahlreinlagen
Spezifikationsdaten	Anforderungen durch die Raumnutzung Konstruktionsprinzip	Vorgaben Öffnungen Feuerwiderstandsklassen (soll) Brandschutzanforderung tragend/nicht tragend Lastanforderung Erdbebensicherheitsklasse Vorgaben Akustik Wärmeleitfähigkeit (soll) geforderte Dichtheit Eigengewicht	Material Oberfläche Zusatzstoffe Brandkennziffer Stahlreinlagen (Annahme) Bewehrungsgehalt Schalungstyp Hauptleitungsführung Dimensionierung Durchbrüche akustische Impedanz Wärmeleitfähigkeit (ist) Dampfsperwert (ist) Wärmekapazität (ist)	Feuerwiderstandsklasse (ist) Stahlreinlagen (exakt) Stahllisten Schalung (exakt) Leitungsführung (exakt) Durchbrüche (exakt)	Dokumentation
Hersteller- und Produktdaten	Vorgaben seitens Beteiligter	Systeme, Produkte	Hersteller- und Produktangaben der Hauptelemente	Hersteller- und Produktangaben der Komponenten/des Zubehörs Nachweise	Artikelnummer Prüfung/Abnahme

Bild 2: Beispiel von Detaillierungsgraden für unterschiedliche Planungsphasen (LOIN 100-500) [1]

2.4 Kohärenz von Modell und graphischer Darstellung

Das Modell und die daraus abgeleiteten graphischen Darstellungen wie Pläne, Schnitte und Ansichten sind kohärent. Änderungen in einer Ansicht werden in allen Schnitten sowie den Mengenermittlungen, nachgeführt.

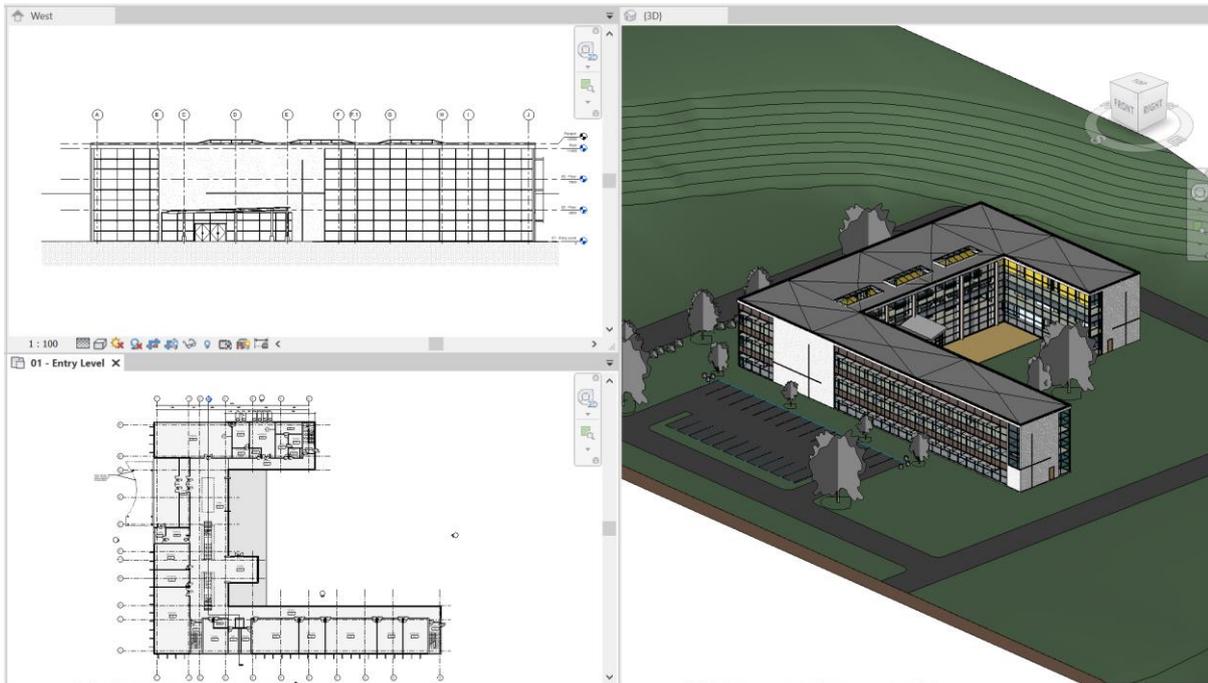


Bild 3: Bauwerk in Darstellung Plan, Ansicht, 3d

2.5 Verwendung von parametrischen Objekten

Häufig wiederkehrende (Bau-) Elemente lassen sich als parametrische Objekte definieren und erleichtern die Modellierung. Parameter sind dabei meistens geometrische Abmessungen. Sie können den Basisklassen der bereits in der BIM-Autorensoftware vorhandenen Objekte zugeordnet werden und übernehmen deren Eigenschaften. Eine weitere Spezialisierung ist über Typenklassen möglich.

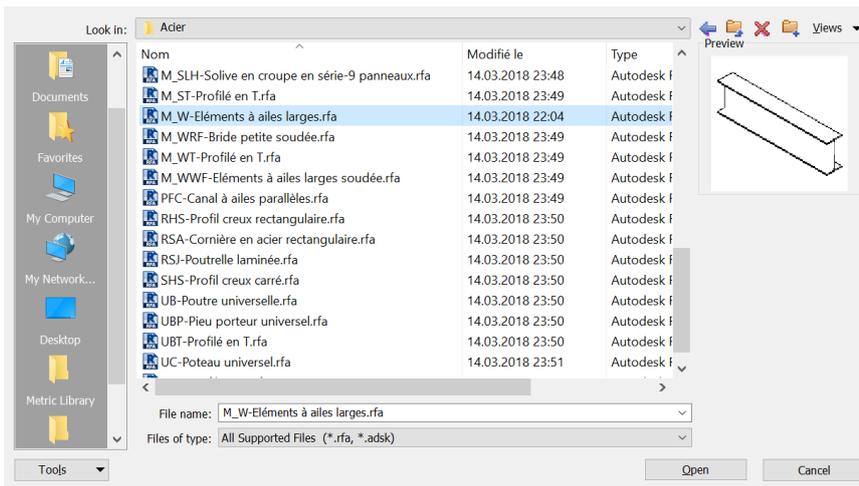


Bild 4: Parametrisches Objekt

2.6 Interoperable Datenformate zum Austausch von digitalen Informationen

Wie eingangs erwähnt, basiert die BIM-Methode auf der Verwendung vieler unterschiedlicher spezialisierter Programme. Dabei ist ein möglichst verlustfreier Austausch von Daten mittels eines interoperablen Datenformates das zentrale Element. Dafür stehen die «Industry Foundation Classes» (IFC) zur Verfügung [2]. Ist ein

Datenaustausch nicht möglich, kollabiert die gesamte Wertschöpfungskette. BIM Programme müssen deswegen zwingend in der Lage sein, IFC zu exportieren oder zu importieren.

Das in der momentan aktuellen Version der IFC 4.1 verwendete Datenmodell eignet sich schwerpunktmässig für Hochbauprojekte. Die Entwickler haben allerdings mit der Integration der Klasse «IfcGeographicElement» die Tür zu einer Kopplung mit GIS-Systemen geöffnet und mit «IfcAlignment» sowie «IfcCivilElement» sind die Basisklassen für die Modellierung von Infrastrukturprojekten integriert worden.

3 Die Realität

3.1 Dreidimensionale Modellierung mit Objekten; Kohärenz von Modell und graphischer Darstellung

Betrachtet man die eingangs erwähnten BIM-Autorenprogramme, arbeiten diese alle mit dreidimensionalen Objekten. Die Benutzung von Attributen ist möglich, Schnitte, Ansichten und Pläne werden bei Änderungen kohärent nachgeführt. Die Mehrheit der verfügbaren Programme konzentriert sich allerdings auf Anwendungen des Hochbaus. Der Anwender muss sein Aufgabengebiet klar definieren, damit er das für ihn geeignete Programm auswählen kann. Ebenfalls sollte er sein zukünftiges Projektumfeld und die Zusammenarbeit mit anderen Beteiligten analysieren. Es ist wichtig Daten effizient und verlustfrei austauschen zu können.

3.2 IFC 4 zertifiziert – ein grosses Missverständnis

Wenn ein Programm die IFC 4 Zertifizierung besitzt, so bedeutet dies nicht automatisch, dass alle in der IFC Datenstruktur vorgesehenen Objekte exportierbar sind. Die Zertifizierung erfolgt jeweils für eine «Model View Description» (MVD). Eine MVD stellt eine Teilmenge aller möglichen IFC Objekte dar. Zurzeit sind die Programme meistens entsprechend der «Reference View» oder der «Design Transfer View» zertifiziert. Diese MVD's integrieren allerdings nicht die für den Infrastrukturbau wichtigen Elemente des IFC 4.1 wie «IfcAlignment» oder «IfcCivilElement». Als Resultat werden Objekte, welche diesen Klassen zugeordnet würden, semantisch falsch als «IfcBuildingElementProxy» exportiert.

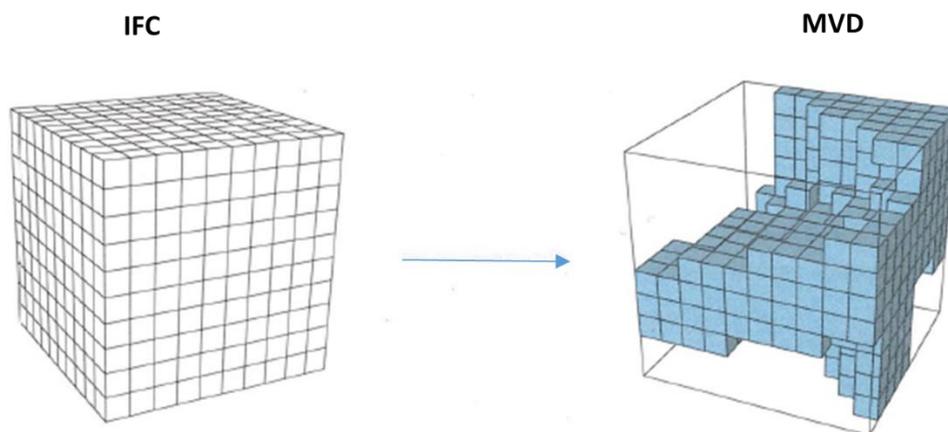


Bild 5: MVD – eine Teilmenge der IFC [2]

3.3 Was ändert sich mit IFC 5?

Die IFC 5 sind bereits seit geraumer Zeit angekündigt und haben bei zahlreichen Anwendern die Hoffnung geweckt, dass mit einem Mal sämtliche Bedürfnisse der Infrastrukturmodellierung sowie der BIM-GIS Integration gelöst werden. Sicher sind die IFC 5 ein grosser Schritt vorwärts. Es fehlen allerdings noch Objekte zur Modellierung von Leitungsnetzen sowie eine entsprechend definierte MVD (siehe 3.3), welche die Programmhersteller zur Integration der neuen Objekte motivieren würde.

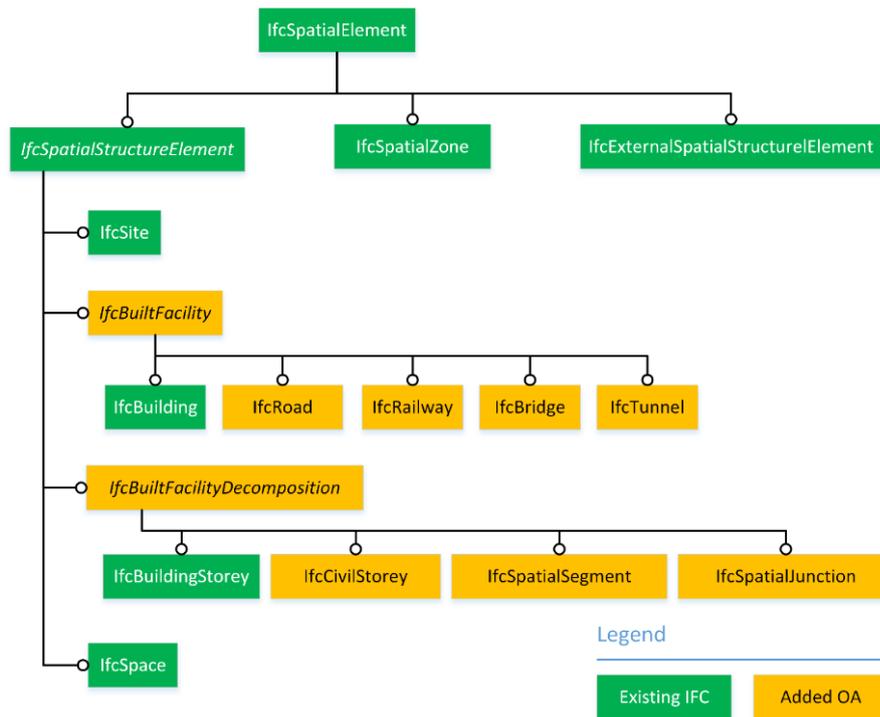


Bild 6: Die überarbeitete Struktur der IFC in der Version 5 [4]

3.4 Qualitätskontrollen von grossen Datenmengen – ein Muss

Der Segen, sämtliche Informationen eines Bauwerks in digitaler Form zu besitzen, kann sich als Fluch erweisen. Eine enorme Menge von Daten wird generiert, viele davon automatisch. Diesen «Datenwust» lediglich manuell oder visuell zu kontrollieren ist schlichtweg nicht möglich und fahrlässig. Digitale Qualitätsprüfungen basieren auf nativen Formaten oder IFC und der diesen Datenstrukturen inhärenten Intelligenz.

Es gibt nicht allzu viele Vertreter dieser Programmkategorie. Einziger Kritikpunkt aus Sicht des Autors ist das Alleinstellungsmerkmal einer Software, welche bei der Flexibilität der Regeln allerdings keine Konkurrenz kennt.

3.5 Plattformen zur Kommunikation – und Projektverwaltung

Der für die BIM-Methode unabdingbare Datenaustausch unter den Projektbeteiligten wird durch Web-basierte Plattformen zur Kommunikations- und Projektverwaltung unterstützt. Diese gibt es mit den unterschiedlichsten Funktionalitäten und benötigen ein dediziertes Management. Die Kosten variieren, abhängig vom Datenvolumen und der Teilnehmeranzahl, stark. Auch hier ist vorgängig eine detaillierte Bedarfsanalyse erforderlich.

3.6 Die Wichtigkeit der Use Cases

Mit der Nutzung von Informationen in digitaler Form ist ein grösserer Formalismus erforderlich. Ohne genau zu wissen, wozu die mit den unterschiedlichen BIM-Werkzeugen erzeugten Daten verwendet werden sollen, ohne den genauen Arbeitsfluss analysiert zu haben, werden die Resultate hinter den Erwartungen zurückbleiben.

Die Erstellung von Anwendungsfällen (Use Cases) hilft dabei, die Informationsanforderungen der einzelnen Projektphasen in strukturierter Weise zu definieren. Bauen digital Schweiz präsentiert Use Cases auf einer speziellen, inzwischen von buildingSMART übernommenen Plattform [5]. Dabei profitieren die Schweizer Anwender von den Erfahrungen anderer buildingSMART chapter.

Im Verkehrswegebau oder der Geotechnik gibt es einige leider nur wenige Quellen. Hier sei auf wichtige Arbeiten der Technischen Universität München [6] sowie einen Vortrag der Conférence BIM 2019 [7] verwiesen. Eine umfassende Arbeit wurde mit den « BIM 4 Infra Handreichungen » [8] vorgelegt. In Frankreich wurde dazu ein vierjähriges Forschungsprogramm initiiert (2014-2018), näheres dazu findet sich unter [9].

4 Fazit

4.1 Wenn BIM, dann alle!

Obwohl es anscheinend einen Konsensus gibt, das BIM massiv Kosten spart, finden sich dazu keine Veröffentlichungen, welche dies mit belastbaren Zahlen untermauert. Einigkeit besteht darüber, das BIM hilft komplexe Objekte mit schwierigen Geometrien überhaupt erst zu bauen. Qualität und Kommunikation unter Projektbeteiligten werden massiv verbessert, allerdings nur, wenn alle zusammenarbeiten und sich der Methode verschreiben. Da für die meisten Projekte Teams immer wieder neu zusammengestellt werden, ist es enorm wichtig, durch Anwendungsfälle, Beispiele, Vorlagen, die BIM-basierte Zusammenarbeit zu normieren und so Reibungsverluste bei der Koordination von Beginn an zu vermeiden.

4.2 BIM erleichtert die Verwendung von digitalen Methoden in der Bauwirtschaft

Sind Bauwerke einmal korrekt digital erfasst, eröffnet dies grosse Möglichkeiten im Bereich der Bauausführung. Baumaschinen werden bereits heute teilweise digital geführt, der Vorfertigungsgrad kann erhöht werden, etc. Dies trägt dazu bei, die Bauwirtschaft zu digitalisieren und weist den Weg zu zukünftigen Arbeitsmethoden.

4.3 Interoperabilität – aber was ist mit der Infrastruktur?

Hier stehen wir noch sehr am Anfang. Allen Beteiligten ist klar, dass für diesen Bereich der grösste Nachholbedarf besteht. Enorme Anstrengungen werden in Deutschland und Frankreich unternommen, dies trägt sehr zur Weiterentwicklung der IFC 5 bei. Bis die entsprechenden Programme allerdings den neuen und hoffentlich bald verabschiedeten Standard korrekt exportieren und importieren können, vergeht allerdings noch viel Zeit.

5 Literatur

- [1] Bauen digital Schweiz: Swiss BIM LOIN Definition (LOD) Verständigung, 2018
- [2] buildingSMART: IFC Specifications Database, <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>, letzter Zugriff 04/2019
- [3] Baldwin, M.: Der BIM Manager, Beuth, 2018
- [4] Borrmann, A. et. al.: IFC Infra Overall Architecture Project – Documentation and Guidelines, buildingSMART, 2017
- [5] Bauen digital Schweiz: Plattform für Use cases: <https://ucm.buildingsmart.org/use-cases?lang=en>, letzter Zugriff 04/2019
- [6] Aman, J., Borrmann, A.: Creating a 3d compliant road design, Okstra, 2015
- [7] Walther, A., Oulevey, A.: GéoBIM, le sous-sol, Conférence BIM 2019
- [8] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: BIM 4 Infra 2020 Handreichungen, <https://bim4infra.de/handreichungen/>, letzter Zugriff 04/2020
- [9] Projet national «MINnD», <http://www.minnd.fr/>, letzter Zugriff 04/2020

Autor:

Bernd Domer
 Prof. Dr.
 HES-SO Genf (HEPIA), Mitglied des Vorstandes von Bauen digital Schweiz