

# Begleitung der internationalen Standardisierungsprojekte IFC-Road & IFC-Rail

## **Abschlussbericht Gesamtprojekt**

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur.

Autoren:

André Borrmann (Technische Universität München),  
Sebastian Esser (Technische Universität München),  
Štefan Jaud (Technische Universität München),  
Markus König (Ruhr-Universität Bochum),  
Thomas Liebich (AEC3 Deutschland GmbH)



Datum: 07.09.2020

## Mitwirkende der ARGE IFCINFRA

Lehrstuhl für Computergestützte Modellierung und Simulation Technische Universität München	Prof. Dr.-Ing. André Borrmann Dr. Julian Amann Sebastian Esser, M.Sc. Štefan Jaud, M.Sc. Simon Vilgertshofer, M.Sc.
Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen Ruhr-Universität Bochum	Prof. Dr.-Ing. Markus König Maximilian Dichtl, M.Sc. Hannah Mattern, M.Sc.
AEC3 Deutschland GmbH, München	Dr.-Ing. Thomas Liebich Dr. Sergej Muhič

## Änderungen

16.07.2020	Version 01, Initiale Version
10.08.2020	Version 02, Einarbeitung Anmerkungen BMVI Ref. DG 25
07.09.2020	Version 03, Einarbeitung Anmerkungen

## Inhalt

Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	5
Hintergrund.....	5
Gegenstand.....	5
Ergebnisse (Kurzform).....	5
Projektbeschreibung.....	6
AP1: Aufbau einer Expertengruppe.....	6
AP2: Spiegelung der internationalen Vorschläge zur Erweiterung der IFC mit deutschen Interessen.....	6
AP3: Vertretung auf internationaler Ebene.....	6
AP4: Validierung des Datenmodells.....	7
Aktivitäten in den einzelnen Arbeitspaketen .....	7
Aufbau einer Expertengruppe .....	8
Vertretung auf internationaler Ebene .....	9
Teilnahme an buildingSMART Summits und verwandten Konferenzen .....	10
Mitarbeit in den internationalen Projektteams zu IFC-Road und IFC-Rail .....	11
Harmonisierung der Teilprojekte.....	15
Validierung des Datenmodells .....	16
Berichte und Dokumentation .....	16
Zusammenfassung und Bewertung .....	17
Ausblick und Empfehlungen für weitere Schritte.....	18
Anlagenverzeichnis .....	19

## Abkürzungsverzeichnis

ARGE	Arbeitsgemeinschaft
AN	Auftragnehmer
AP	Arbeitspaket
BIM	Building Information Modeling
bSI	buildingSMART International
IFC	Industry Foundation Classes
PIM	Platform-independent model (plattformunabhängiges Modell)
PSM	Platform-specific model (plattformspezifisches Modell, hier zumeist IFC)
RUB	Ruhr-Universität Bochum
TUM	Technische Universität München
WP	Work Package (vorrangig in den internationalen Projekten verwendet)

## Aufgabenstellung und Zielsetzung

### Hintergrund

Eine wesentliche Grundlage für Building Information Modeling ist die Nutzung offener, herstellernerneutraler Schnittstellen für den Datenaustausch zwischen den verschiedenen Softwareapplikationen. Mit den Industry Foundation Classes (IFC) hat die internationale Organisation buildingSMART International (bSI) einen weltweit akzeptierten Datenaustauschstandard geschaffen, der seit 2005 als ISO-Standard 16739 vorliegt. Die Norm wurde vom Europäischen Komitee CEN/TC 442 als Europäische Norm übernommen und hat über die bestehenden Spiegelungsmechanismen den Rang einer deutschen Norm erlangt (ISO EN DIN 19650).

Bis zur Version 4.0 fokussierte der IFC-Standard ausschließlich auf den Hochbau. In Deutschland wird die Einführung von BIM jedoch insbesondere für Infrastrukturvorhaben vorangetrieben. Insbesondere im Infrastrukturbau wickeln öffentliche Auftraggeber und Sektorenauftraggeber einen wesentlichen Teil des Projektvolumens ab. Gerade die öffentlichen und halb-öffentlichen Auftraggeber sind dazu angehalten, Projektleistungen herstellernerneutral auszuschreiben und die Daten in genormten, nicht-proprietären Datenformaten entgegenzunehmen.

Um die Verwendbarkeit der IFC-Schnittstelle für den Infrastrukturbau zu gewährleisten, sind entsprechende Erweiterungen notwendig, die im Rahmen der bSI-Projekte IFC-Road und IFC-Rail für die Bereiche des Straßenbaus und des Schienenbaus vorgenommen worden sind.

### Gegenstand

Um sicherzustellen, dass die entwickelten bSI-Standards im Bereich Infrastruktur den Anforderungen aus deutscher Sicht gerecht werden, wurde die ARGE INFRABIM mit der Begleitung der Standardisierungsaktivitäten auf internationaler Ebene beauftragt. Die Hauptaufgabe lag darin, die deutschen Interessen und ggf. zu berücksichtigende Besonderheiten zu sammeln und diese in die internationale Standardisierung einzubringen. Der vorliegende Abschlussbericht gibt einen Gesamtüberblick über die Aktivitäten innerhalb des Projektes. Die Bewertung der inhaltlichen Ergebnisse zur Anwendbarkeit der neuen Definitionen innerhalb des IFC-Datenmodells sind im Abschlussbericht zu AP4 „Validierung des Datenmodells“ abgebildet und werden in diesem Bericht nur am Rande behandelt.

### Ergebnisse (Kurzform)

Im Rahmen des Projekts ist es gelungen, die deutschen Anforderungen in die Standardisierungsprojekte IFC-Rail und IFC-Road bei buildingSMART International einzubringen. Im Ergebnis liegt das IFC-Datenmodell in der Version 4.3 als Candidate standard vor, der nun entsprechende Erweiterungen zur geometrisch-semantischen Beschreibung von Bauvorhaben des Straßen- und Schienenbaus aufweist. Die Anwendbarkeit des Standards für deutsche Bauvorhaben wurde durch prototypische Interoperabilitätstests nachgewiesen. Nach erfolgter Evaluierung mit Softwareherstellern auf internationaler Ebene wird die Version 4.3 voraussichtlich in Q1/2021 als finaler Standard verabschiedet. Danach sollten innerhalb kurzer Zeit kommerzielle Implementierungen verfügbar sein, sodass IFC 4.3 im Regelbetrieb in BIM-Projekten im Infrastrukturbereich in Deutschland eingesetzt werden kann.

## Projektbeschreibung

### AP1: Aufbau einer Expertengruppe

Die Expertengruppe auf nationaler Ebene bündelte die Expertise der Fachexperten aus den Gebieten Straße und Schiene. Dabei werden alle relevanten Fachgruppen (Auftraggeber und Bauverwaltungen, Planer, Bauausführende, Bausoftwareindustrie) eingebunden. Die über den Projektzeitraum entstandene Zusammensetzung der Expertengruppe ist in Anlage 01 aufgeführt. Der Aufbau der Expertengruppe wurde in enger Abstimmung mit der planen bauen 4.0 GmbH durchgeführt. Hierbei wurden Synergien genutzt, um ein koordiniertes Vorgehen in Deutschland zu ermöglichen.

### AP2: Spiegelung der internationalen Vorschläge zur Erweiterung der IFC mit deutschen Interessen

Die vorgelegten Vorschläge zur Erweiterung des IFC-Datenmodells wurden erfasst, analysiert und kommentiert. Dabei war folgende Aufteilung zwischen den Auftragnehmern vorgesehen:

- TUM beschäftigt sich mit den Vorschlägen auf dem Gebiet der Straße mit dem Schwerpunkt Planen und Bauen.
- RUB beschäftigt sich mit den Vorschlägen auf dem Gebiet der Schiene mit dem Schwerpunkt Planen und Bauen.
- AEC3 analysiert die Vorschläge hinsichtlich Auftraggeberanforderungen und dem Betrieb.

Zur Koordination und Qualitätssicherung wurde eine intensive Abstimmung zwischen den beteiligten Auftragnehmern (TUM, RUB und AEC3) umgesetzt. Die Kommentare mit möglichen Änderungsvorschlägen wurden strukturiert aufbereitet und bildeten die Schnittstelle zwischen den nationalen und internationalen Expertengruppen. Dieses Vorgehen hat sich bei anderen Spiegelgruppen (z.B. beim DIN bzgl. Spiegelung von CEN-Ausschüssen) bewährt.

In Rahmen von drei Workshops wurde die Analyse der nationalen Expertengruppe vorgelegt und dabei insbesondere auf Schwachpunkte und deutsche Interessen berührende Inhalte hingewiesen. Diese Vorschläge und Rückmeldungen zu den internationalen Entwürfen wurden im Rahmen des AP 3 in die internationale Abstimmung eingebracht.

### AP3: Vertretung auf internationaler Ebene

Der AN war mit Vertretern in den Projektteams von IFC-Road und IFC-Rail tätig und hat an den im zweiwöchigen Rhythmus stattfindenden virtuellen Arbeitstreffen teilgenommen. Darüber hinaus nahmen Vertreter an den größeren Workshops, die an verschiedenen Orten durchgeführt worden sind, teil.

Im Rahmen dieser Treffen sind die aus deutscher Sicht zu berücksichtigenden Besonderheiten im Straßen- und Schienenbau eingebracht worden. Es erfolgte dabei eine bidirektionale Kommunikation zwischen nationalen und internationalen Teams.

Wichtige Meilensteine und Zwischenergebnisse sind unter intensiver Beteiligung der deutschen Vertreter auf den halbjährlich stattfindenden buildingSMART Summits vorgestellt worden. Zudem erfolgte in regelmäßigen Abständen die Einbeziehung der internationalen

Fachöffentlichkeit durch „Expert Panel Meetings“, zu denen auch die Vertreter der deutschen Expertengruppe eingeladen wurde.

#### AP4: Validierung des Datenmodells

Die Validierung der entwickelten Datenmodelle erfolgte durch prototypische Interoperabilitätstests anhand von deutschen Infrastrukturdaten, die im Zuge der begleiteten BIM-Pilotvorhaben erhoben worden sind.

Die Implementierung eines Systems zum testen der Interoperabilität, das also BIM-Daten im vorgeschlagenen Format erzeugen, schreiben, einlesen und dabei exemplarisch prüfen kann, wurde im Zuge des Projekts durch die Weiterentwicklung der TUM Open Infra Platform realisiert, deren Quellcode als Open Source verfügbar ist<sup>1</sup>.

Die Verfügbarkeit einer solchen prototypischen Implementierung bildete eine äußerst wichtige Komponente zur Sicherstellung der Kompatibilität zwischen den zu entwickelnden internationalen Datenmodellstandards und den deutschen Anforderungen aus dem Straßen- und Schienenbau.

Ziel der Aktivitäten war die Überprüfung, ob das entwickelte Datenformat vollständig, eindeutig und widerspruchsfrei definiert wurde. Im Rahmen der internationalen Standardisierung wurden dabei Beispieldaten, die konkreten Modellausprägungen gemäß den nationalen Anforderungen entsprechen, zwischen den verschiedenen internationalen Entwicklergruppen ausgetauscht. Damit wurde bestimmt, ob die übertragenen Daten in derselben Weise interpretiert worden sind. So wurden verbliebene Schwachstellen aufgedeckt und der Datenmodell-Standard entsprechend verbessert. Insgesamt ergab sich ein iteratives Verfahren, bei dem die Qualität des Standards schrittweise erhöht wird.

Durch INFRABIM wurden anhand von Datensätzen aus BIM-Pilotvorhaben in Deutschland Beispielmuster im Format des entwickelten Standards erzeugt, die typische Infrastruktur-Bauvorhaben in Deutschland in den Bereich Straße, Schiene, Brücke und Tunnel wiedergeben. Hierzu wurde auf konkrete, reale Projekte zurückgegriffen, die durch die deutsche Expertengruppe bereitgestellt wurden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass alle für deutsche Bauvorhaben notwendigen Spezifika im internationalen Standard Berücksichtigung finden.

### Aktivitäten in den einzelnen Arbeitspaketen

Rückblickend weist die Projektabwicklung zwei große Phasen auf: Während zu Beginn vor allem die Sammlung von Anforderungen in Deutschland und deren Formalisierung im Zentrum der Bemühungen standen, gab es im weiteren Verlauf umfangreiche Aktivitäten der ARGE auf internationaler Ebene, um zum einen die Ergebnisse aus den Workshops in die Entwürfe der internationalen Schemaerweiterung einzubringen und zum anderen die Validierung umzusetzen. Gleichzeitig bildeten sich in dieser Zeit weitere Initiativen und verwandte Forschungsprojekte auf deutscher Ebene, wodurch der Wissenstransfer zwischen den deutschen und internationalen Arbeitsgruppen gewährleistet werden musste. Daraus resultiert

---

<sup>1</sup> <https://github.com/tumcms/Open-Infra-Platform>

die partielle Überlappung einzelner Aktivitäten im Projekt, weshalb die erzielten Ergebnisse im Folgenden teils mehreren Arbeitspaketen zuzurechnen sind.

## Aufbau einer Expertengruppe

Es wurde eine nationale Expertengruppe gebildet, in der verschiedenste Akteure aus dem Gebiet der Infrastrukturplanung und dem -betrieb teilgenommen haben. Abbildung 1 zeigt die Zusammensetzung gegliedert nach Rollen der einzelnen Experten im Bauprozess.

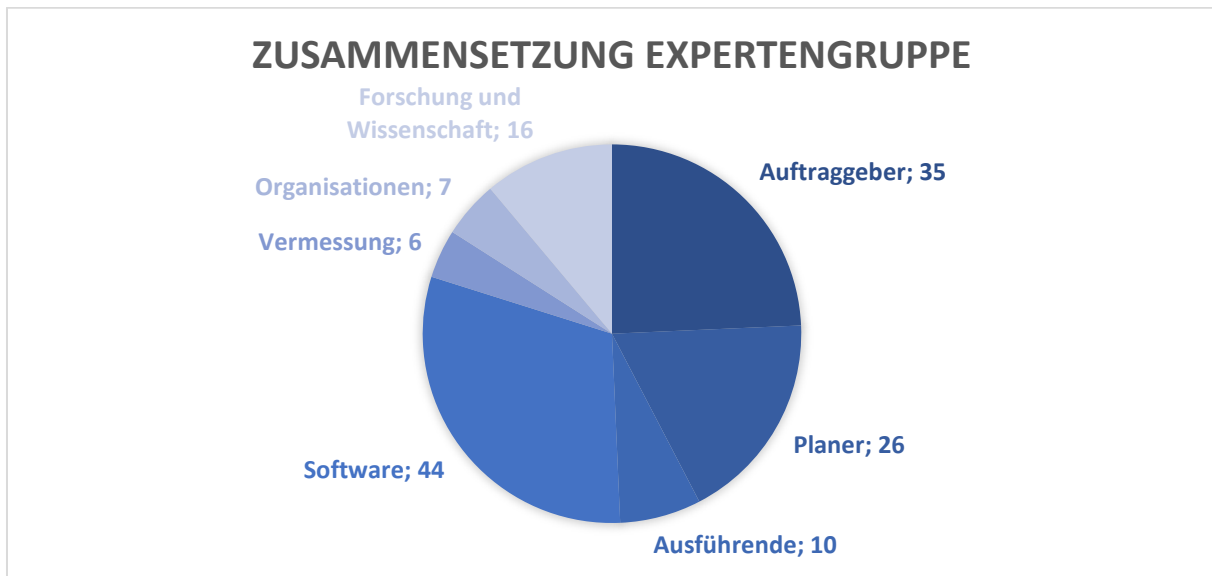


Abbildung 1: Zusammensetzung der gebildeten Expertengruppe (Stand: Mai 2020)

Folgende Treffen der Expertengruppe wurden durchgeführt:

Datum	Bezeichnung der Treffen
19.01.2016	Auftakttreffen Expertengruppe
20.04. - 21.04.2016	2. Workshop
28.07.2016	3. Workshop zum Schwerpunkt Trassierung
14.11.2016	Treffen der Expertengruppe: Bericht über die internationalen Entwicklungen
05.05.2017	Treffen der Expertengruppe: Bericht über die internationalen Entwicklungen
10.03.2020	Abschlusstreffen Expertengruppe: Vorstellung der internationalen Ergebnisse inklusive des IFC4x3 Candidate Standards

Protokolle und Teilnehmerlisten der einzelnen Treffen sind diesem Bericht in Anlage 02 beigefügt.

2018 wurde die Fachgruppe „BIM und Verkehrswege“ innerhalb des Arbeitsraums „Infrastruktur“ von buildingSMART Deutschland ins Leben berufen, der sich die überwiegende Mehrheit der zuvor im Rahmen dieses Projekts initiierten Expertengruppe angeschlossen hat. Durch diese projekterweiternde Initiative konnte die Kommunikationsreichweite der ARGE



nochmals erhöht werden, sodass eine enge Kooperation zwischen der ARGE und der Fachgruppe etabliert wurde. Die Mitglieder der ARGE haben sich entschlossen, diese Initiative als zusätzliche Informationsplattform mit nationalen Experten zu nutzen. Mindestens ein Sprecher der ARGE war an jeder Sitzung der FG sowie an diversen Gruppentreffen anwesend. Die Ergebnisse der internationalen Standardisierungsarbeit wurden den Teilnehmern in offenen Runden vorgetragen und deren Kommentare und Vorschläge für die weitere Arbeit gesammelt. Somit konnte eine noch größere Beteiligung der Interessierten auf deutscher Ebene etabliert werden. Eine Auflistung der Treffen kann folgender Tabelle entnommen werden.

<b>Datum</b>	<b>Bezeichnung der Treffen</b>
17.04.2018	16. BIM-Tage (Nürnberg)
23.10. - 24.10.2018	Arbeitsgruppentreffen am Vortag des buildingSMART Forums (Berlin)
08.11.2018	Treffen der Gruppenleiter der FG (Frankfurt)
17.01.2019	Treffen der Gruppenleiter der FG (Dresden)
22.01. - 23.01.2019	OKSTRA/IFC-Experten-Workshop (Berlin)
12.02.2019	Treffen der Gruppenleiter der FG (München)
28.03. - 29.03.2019	Arbeitsgruppentreffen am Vortag des buildingSMART Anwendertags (Düsseldorf)
22.10. - 23.10.2019	Arbeitsgruppentreffen am Vortag des buildingSMART Forums (Berlin)
06.11.2019	Treffen der Gruppenleiter der FG (Berlin)
22.04.2020	Arbeitsgruppentreffen am Vortag des buildingSMART Anwendertags (online)

## Vertretung auf internationaler Ebene

Die Arbeit von buildingSMART International wird in sogenannten *Rooms* organisiert, die verschiedene Fachbereiche im Kontext des herstellerneutralen Datenaustauschs bearbeiten. Für die Erweiterung des IFC-Datenmodells für Infrastrukturprojekte sind dies vor allem der „Infrastructure Room“ und der „Railway Room“. Im „Infrastructure Room“ wurden die Teilprojekte IFC-Road, IFC-PortsAndWaterways sowie IFC-Bridge angesiedelt. Aufgrund des enormen Projektumfangs des Rail-Projektes wurde hierfür 2016 ein eigener Room ins Leben gerufen. Abbildung 2 zeigt die gebildeten Projektgruppen, die allesamt auf die gemeinsame Grundlage des *IFC Overall Architecture* Projekts sowie der IFC-Alignment Erweiterung aufbauen.

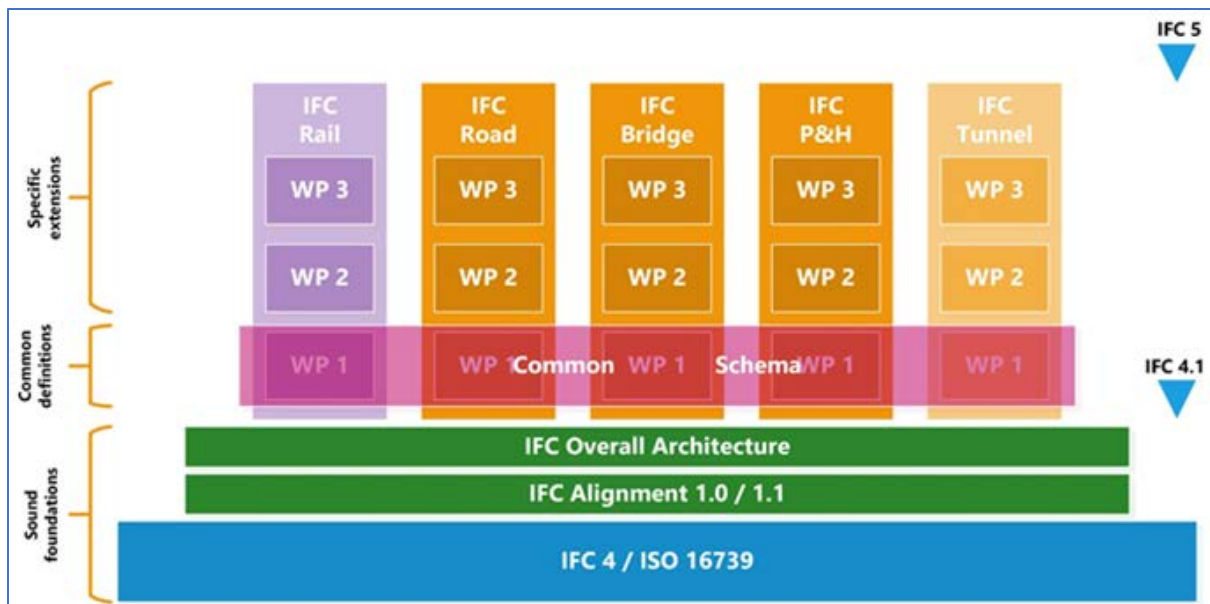


Abbildung 2: Gebildete Rooms zur Erweiterung des IFC-Datenmodells für Infrastrukturanlagen

Zentrale Abstimmungen in und zwischen den einzelnen Projekten erfolgen auf den halbjährlichen buildingSMART Summits. Ergänzend finden von Zeit zu Zeit projektspezifische Expert Panel Webinare statt, die ebenfalls zur Verbreitung des aktuellen Projektstands und dem Sammeln von Feedback von internationalen Fachexperten dienen.

Die Projektteams setzen sich zumeist aus Domänenexperten und technischen Experten zusammen. Diese heterogene Gestaltung der Gruppen führt zu einem intensiven Austausch über fachspezifische Konzepte und deren modellbasierten Abbildung im IFC-Datenmodell. Dabei wird stets zwischen der Zielsetzung der internationalen Anwendbarkeit und der technischen Implementierbarkeit abgewogen. Eine zentrale Basis bilden dabei bereits existierende Normen und Richtlinien aus dem internationalen Umfeld.

### Teilnahme an buildingSMART Summits und verwandten Konferenzen

Die ARGE war auf folgenden buildingSMART Summits und kontextnahen Konferenzen vertreten:

Zeitraum	Bezeichnung	Personal
13.10. – 16.10.2015	buildingSMART International Summit Singapore	André Borrmann Thomas Liebich
11.10. – 14.10.2016	buildingSMART International Summit Rotterdam	André Borrmann Julian Amann Thomas Liebich Hannah Mattern
26.09. – 29.09.2016	buildingSMART International Summit Korea	André Borrmann Thomas Liebich
22.03.2017	31. railML Conference Bern	Hannah Mattern
03. – 06.04.2017	buildingSMART International Summit Barcelona	André Borrmann Thomas Liebich Simon Vilgertshofer Cornelius Preidel

		Štefan Markič
30.10. – 02.11.2017	buildingSMART International Summit London	Štefan Markič
06.02. – 07.02.2018	Infra BIM Open Tampere	Štefan Markič
26.03. – 28.03.2018	buildingSMART International Summit Paris	André Borrmann Štefan Markič
16.10. – 19.10.2018	buildingSMART International Summit Tokio	André Borrmann Štefan Markič
14.01 – 15.01.2019	Infra BIM Open Tampere	Thomas Liebich Štefan Jaud
25.03. – 27.03.2019	buildingSMART International Summit Düsseldorf	André Borrmann Thomas Liebich Štefan Jaud
28.10. – 30.10.2019	buildingSMART International Summit Peking	André Borrmann Thomas Liebich Štefan Jaud Sebastian Esser

## Mitarbeit in den internationalen Projektteams zu IFC-Road und IFC-Rail

### Vertretung der ARGE im IFC-Road Projekt

Das IFC-Road Projekt gliederte sich in zwei große Phasen: Während Phase 1 der Anforderungsanalyse gewidmet war, wurde in Phase 2 ein konzeptioneller, IFC-basierter Erweiterungsvorschlag erarbeitet. Abbildung 3 gibt wesentliche Schritte und zentrale methodische Ansätze des Projektverlaufs wider.

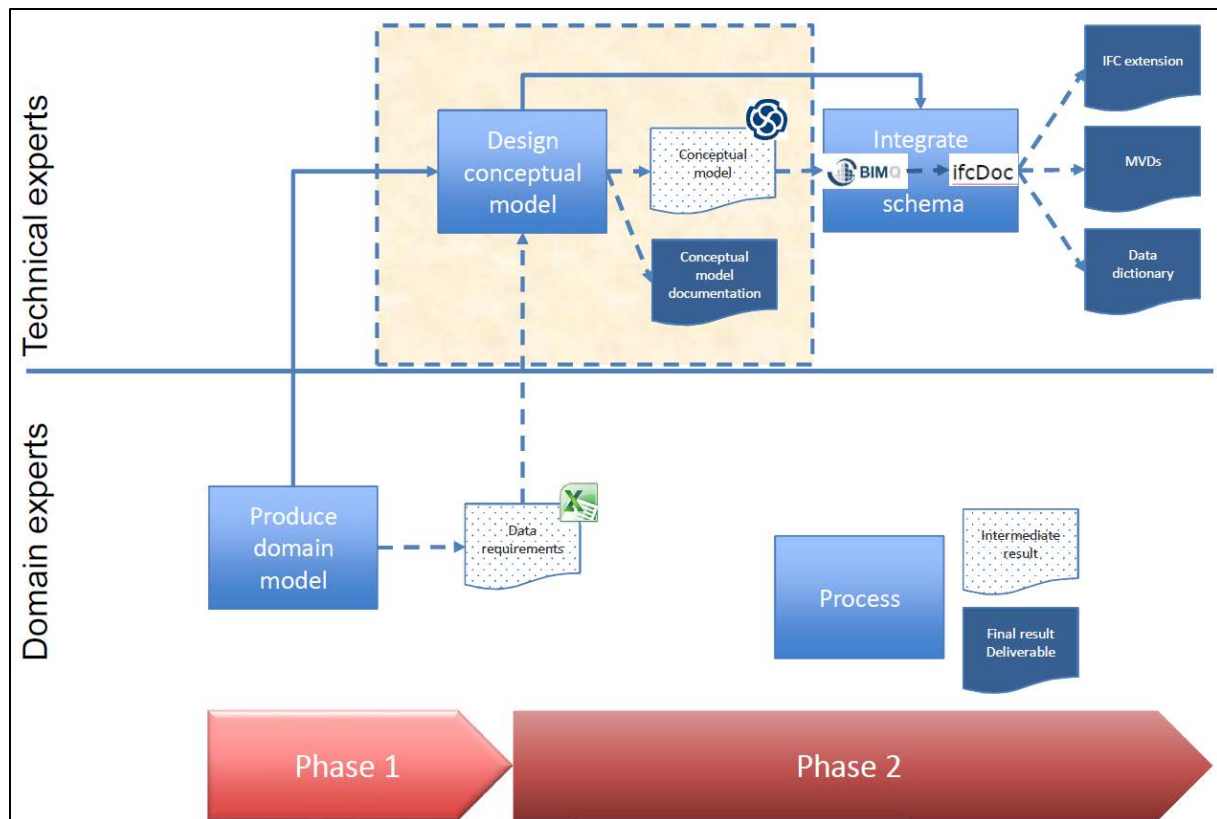


Abbildung 3: Projektübersicht internationales IFC-Road Projekt

Als finale Lieferdokumente sind aus Phase 1 der sogenannte *Requirements Analysis Report* und aus Phase 2 der *Conceptual Model Report* sowie ein maschinenlesbarer Entwurf der Schemaerweiterung in EXPRESS und XSD-Notation hervorgegangen. EXPRESS und XSD sind Modellierungssprachen zur Abbildung von Produktdaten. Mithilfe von Schema-Parsern können die definierten Typen und Beziehungen in beliebige Programmiersprachen übersetzt werden, mithilfe derer wiederum Import- und Exportschnittstellen sowie beliebige Prozesse zur Datenbearbeitung implementiert werden können. EXPRESS ist in der ISO-Norm 10303 standardisiert, XSD liegt als Empfehlung des W3C Konsortiums vor und findet ebenfalls breite Anwendung.

Die identifizierten Attribute, die für die untersuchten und in Phase 1 definierten Anwendungsfälle notwendig sind, wurden für die Integration in das buildingSMART Data Dictionary vorbereitet.

Die Dokumente zu IFC-Road aus Phase 1 und 2 sind in den Anlagen 03 und 04 zu finden. Der harmonisierte Erweiterungsvorschlag „IFC4x3\_RC1“, der die Ergebnisse der Teilprojekte IFC-Road, IFC-Rail, IFC-Bridge und IFC-PortsAndWaterways umfasst, ist in Anlage 06 hinterlegt<sup>2</sup>.

Die Mitglieder der ARGE waren in beiden Phasen des IFC-Road Projekts maßgeblich im Kernteam beteiligt, welches im zweiwöchigen Rhythmus per Webmeeting tagte. Darüber hinaus veranstaltete die TUM drei große, je zweitägige Workshops, in denen zentrale Inhalte des Conceptual Models erarbeitet wurden (unter anderem eine Abbildung der räumlichen

<sup>2</sup> Weitere Informationen zum internationalen IFC-Road Projekt wurden durch BuildingSMART International veröffentlicht: <https://www.buildingsmart.org/standards/rooms/infrastructure/ifcroad/> [zuletzt geöffnet: 16.07.2020]

Projektstruktur sowie die geometrische Modellierung mehrschichtiger Straßenaufbauten in Abhängigkeit gegebener Trassierungsachsen).

Zudem wurde das Arbeitspaket zur prototypischen Implementierung des Schemaentwurfs durch Experten der TUM auf internationaler Ebene geleitet, welches Pilotcharakter für folgende buildingSMART Projekte hat und derzeit im internationalen bSI Infra Deployment Project fortgesetzt wird. An der prototypischen Implementierung beteiligten sich zudem mehrere Vertreter und Unternehmen, die der nationalen Expertengruppe angehören. Damit wurden die Grundlagen für eine zeitnahe Bereitstellung des erweiterten IFC-Datenmodells in Fachapplikationen geschaffen, die im deutschen Markt verbreitet eingesetzt werden. Dies lässt eine zeitnahe Auslieferung entsprechender Schnittstellen in etablierten Planungswerkzeugen erhoffen.

### Beteiligung der ARGE im IFC-Rail Projekt

Das IFC-Rail Projekt verfolgte in seiner Organisation einen ähnlichen Ansatz wie das IFC-Road Projekt. Experten aus den involvierten Domänen erarbeiteten zusammen mit technischen Fachleuten einen Entwurf zur Schemaerweiterung. Im direkten Vergleich einzelner Begrifflichkeiten kam es allerdings zu unterschiedlichen Interpretationen. So wird das IFC-Rail-Projekt ebenfalls als zweiphasiges Projekt identifiziert, wobei hier im Gegensatz zu dem IFC-Road-Projekt bereits zum Ende der ersten Phase ein plattformspezifischer Erweiterungsvorschlag erstellt wurde (IFC-Road: Ergebnis Ende Phase 2). Phase 1 des Rail-Projektes umfasste daher sowohl das Sammeln der fachlichen Anforderungen an den Erweiterungsvorschlag sowie deren Abbildungen auf das plattformspezifische Datenmodell (in diesem Fall IFC). Abbildung 4 zeigt den Prozessablauf im IFC-Rail Projekt für Phase 1, der von 2017 bis Ende 2019 ausgeführt wurde.

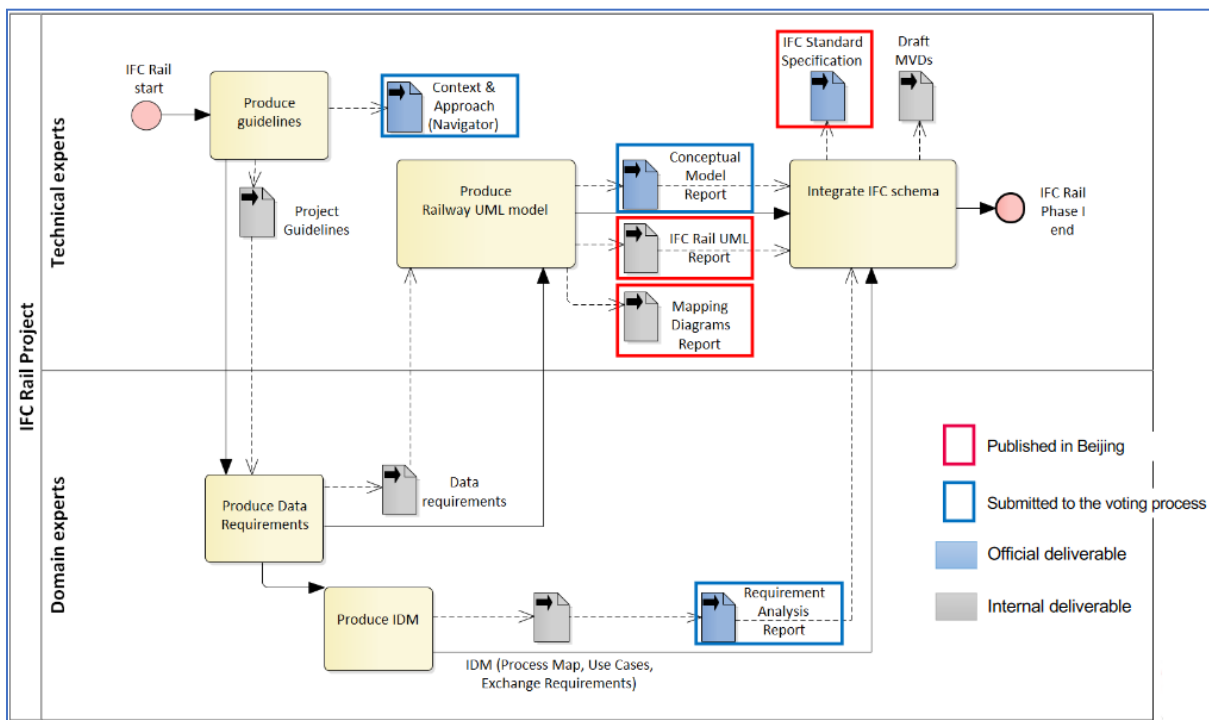


Abbildung 4: Projektübersicht internationales IFC-Rail Projekt Phase 1

Aufgrund des sehr großen Umfangs involvierter Experten und Domänen wurden innerhalb des Projektes mehrere Untergruppen gebildet. Hierbei konnten Mitglieder der ARGE insbesondere in der *Technical Service* Gruppe unterstützen und wesentliche Akzente durch die

Bereitstellung des Technischen Leiters im IFC-Rail Projekt setzen. In Abbildung 5 sind die einzelnen Fachgruppen und übergeordnete Teams dargestellt. Das Tätigkeitsfeld letzterer umfasste insbesondere die Bereitstellung adäquater Kommunikationsmethoden sowie der technischen Basis für die Arbeit innerhalb der Domänenteams.

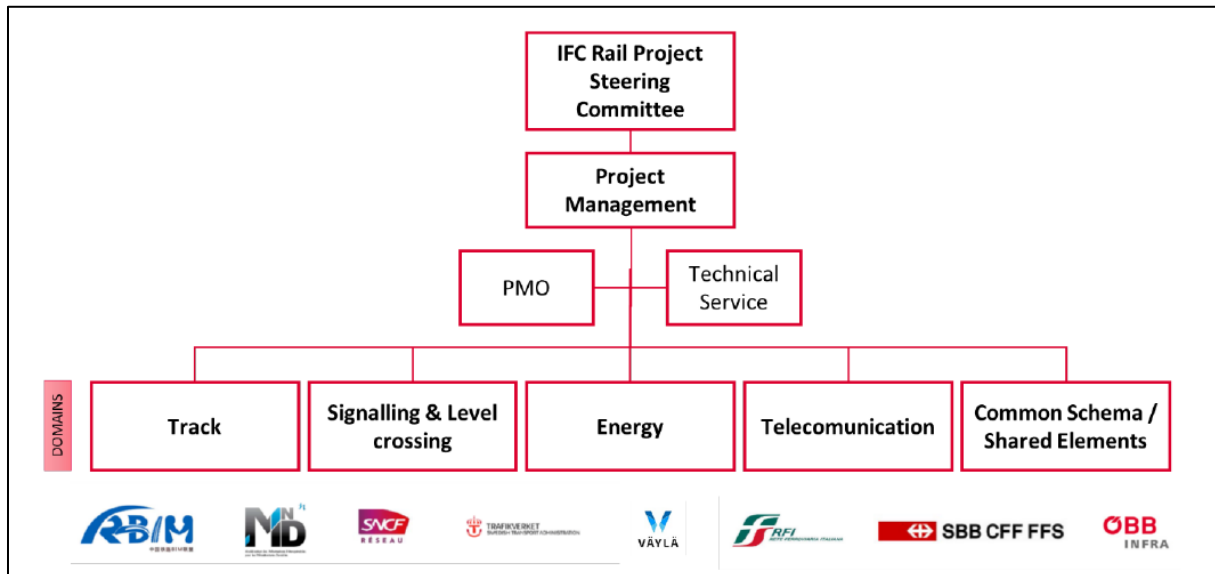


Abbildung 5: Projektorganisation IFC-Rail Projekt

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen den Projekten IFC-Rail und -Road bestand in der Abbildung der fachlichen Anforderungen. Hier setzte das IFC-Rail Team als Zwischenschritt ein so genanntes plattform-unabhängiges Modell (engl. *Platform-independent model* – PIM) ein, welches zwar bereits mithilfe der UML-Technologie erstellt wurde, aber entkoppelt von bereits existierenden IFC-Konzepten ist.

Erst im Anschluss erfolgte ein Mapping der im PIM enthaltenen Komponenten auf das IFC-Datenmodell. Hierbei wurden zahlreiche Elemente identifiziert, die mit bestehenden Klassen der IFC-Datenstruktur bereits abbildbar sind oder lediglich geringfügige Erweiterungen in Form zusätzlicher Typen (predefined types) erfordern. Dieser Fall trat häufig bei der Modellierung von Sensortechnik auf, die artverwandt bereits für Anforderungen von Haus- und Gebäudetechnikanlagen im IFC-Datenmodell existierten und lediglich um spezifische Aspekte des schienengebundenen Verkehrs erweitert werden mussten. Neuartige Anforderungen traten vor allem im Bereich der Modellierung von Eisenbahnoberbaukomponenten auf.

Aufgrund des frühzeitigen Ausstiegs der Deutschen Bahn als Projektbeteiligte konnte die ARGE im Bereich der Berücksichtigung deutscher Anforderungen nur verminderte Wirkung entfalten. Dennoch wurde auf den zur Verfügung stehenden Kanälen versucht, die internationalen Vorschläge bestmöglich in die Diskussionen der nationalen Expertengruppe einfließen zu lassen und entsprechendes Feedback wiederum auf die internationale Ebene zu spiegeln.

Die Abschlussdokumente zum IFC-Rail Phase 1 wurden als *IFC-Rail Candidate Standard* im Oktober 2019 veröffentlicht und umfassten das plattform-unabhängige Modell<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Die Dokumente sind auf der Webseite von buildingSMART International abrufbar: <https://www.buildingsmart.org/ifc-rail-candidate-standard-is-available-for-review-and-comment/> [zuletzt geöffnet: 09.07.2020]

In Phase 2 des IFC-Rail Projektes soll der erarbeitete Erweiterungsvorschlag nun validiert werden. Aufgrund der Beteiligung zahlreicher großer Eisenbahnunternehmen ist eine zeitnahe Implementierung der IFC-Rail Konzepte in deren eigene Softwareapplikationen zu erwarten. Zudem sollen in Phase 2 Softwarehersteller zunehmend im Projekt beteiligt werden, um auch hier eine rasche Markteinführung zu fördern.

## Harmonisierung der Teilprojekte

Die in Abbildung 2 dargestellte Koexistenz mehrerer Erweiterungsprojekte bedurfte einer Zusammenführung der Einzelergebnisse, um mögliche Inkonsistenzen zwischen den Erweiterungsergebnissen zu minimieren und ähnliche Konzepte harmonisieren. Die Abwicklung erfolgte unter der Obhut der Common Schema Initiative, die domänenübergreifende Themen behandelt und die Grundlagenarbeit des Overall Architecture Projektes weiterführt. Abbildung 6 stellt die Eingangsdaten in den Harmonisierungsprozess dar, der iterativ bereits während der Erstellung der konzeptionellen Modelle gestartet wurde und den gegenseitigen Austausch zwischen den Projekten gefördert hat. Standards zur Datenmodellierung wurden in umfangreichen Richtlinien abgebildet, die wesentliche Grundlagen für zukünftige Standardisierungsprojekte innerhalb von buildingSMART legen.

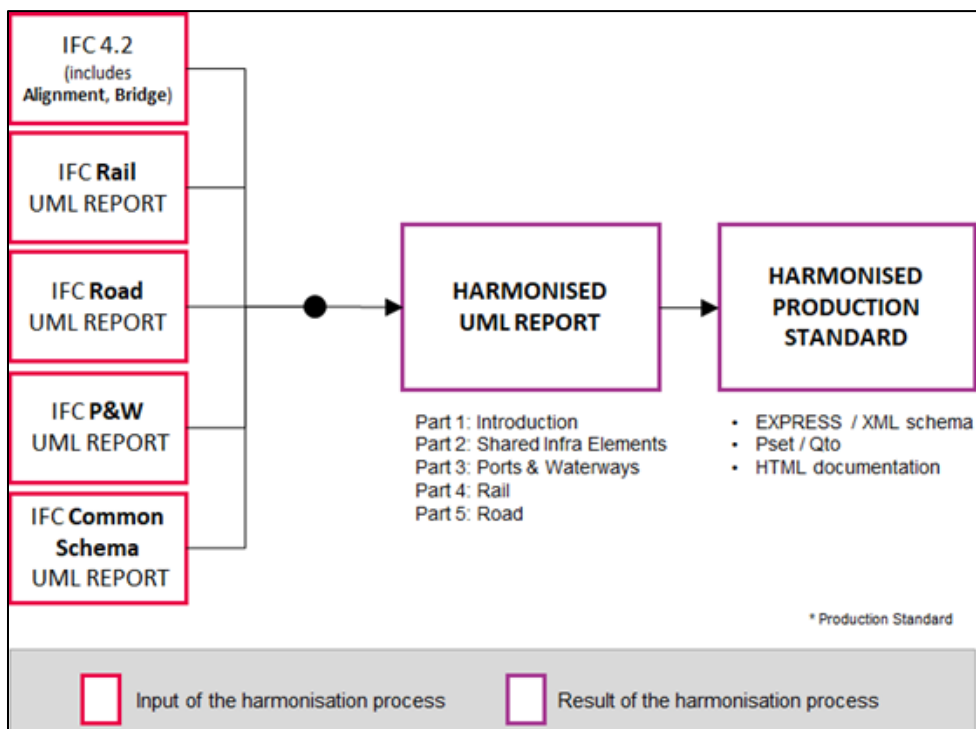


Abbildung 6: Harmonisierung der Ergebnisse aller Infra-Teilprojekte

Ausführliche Informationen sind in der Executive Summary zu finden, die begleitend mit dem Erweiterungsentwurf IFC4x3RC1 veröffentlicht wurde. Diese Version wird als Candidate-Standard und beinhaltet die IFC-basierten Ergebnisse aus den allen Teilprojekten. Das entsprechende Dokument ist in Anlage 06 zu finden.



## Validierung des Datenmodells

Die internationalen Erweiterungsvorschläge von IFC-Road und IFC-Rail wurden von der ARGE auf deren Anwendbarkeit auf nationale Anforderungen mithilfe prototypischer Implementierungen untersucht. Hierzu wurde ein eigener Abschlussbericht verfasst, der dem vorliegenden Dokument als Anlage 07 beigefügt ist. Wesentlich ist, dass gezeigt werden konnte, dass typische deutsche Straßenbauprojekte mit IFC 4.3 auf hohem semantischem und geometrischem Niveau repräsentiert und damit zwischen verschiedenen Softwaresystemen ausgetauscht werden können.

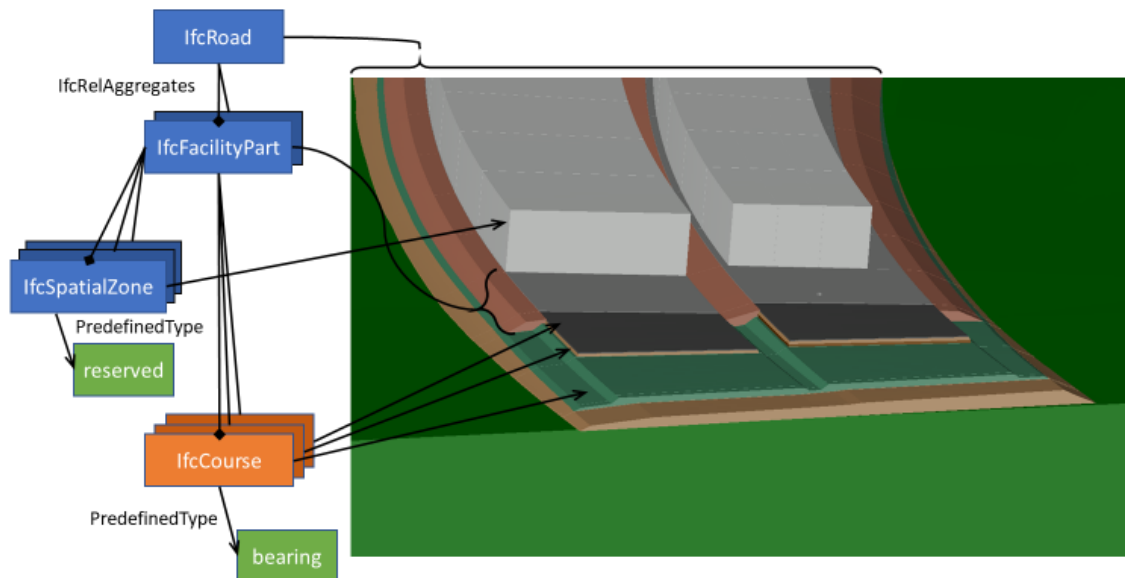


Abbildung 7: Validierung des Datenmodells anhand deutscher Infrastrukturdaten

## Berichte und Dokumentation

### An das BMVI

- 3 kurze Projektstatusberichte zur Information des AG
- Abschlussbericht AP4 -> Implementierung (Anlage 07)

### International

Anlage 03, 04, 06

- IFC-Road Phase 1 Requirements Analysis Report
- IFC-Road Phase 2 Conceptual Model Report
- IFC-Rail Phase 1 "IFC Rail Candidate Standard"
- Harmonized IFC4x3\_RC1 Candidate Standard (mit IFC-Road, IFC-P&W, IFC-Rail, ...)

### Datenmodell in der aktuellen Fassung (RC1)

[https://standards.buildingsmart.org/IFC/DEV/IFC4\\_3/RC1/HTML/](https://standards.buildingsmart.org/IFC/DEV/IFC4_3/RC1/HTML/)



### Sonstige Veröffentlichungen (Konferenzbeiträgen, Artikel in Fachzeitschriften)

- Singer, D., & Amann, J. (2014). Erweiterung von IFC Alignment um Straßenquerschnitte. *Proceedings of the 26th Forum Bauinformatik*
- Amann, J. (2015). Einbettung von prozeduralem Wissen in Produktdatenmodelle am Beispiel der Richtlinien für die Anlage von Landstraßen mithilfe der Programmiersprache IFCPL. *Proceedings of the 27th Forum Bauinformatik*
- Amann, J., & Borrmann, A. (2015). Creating a 3D-BIM-compliant road design based on IFC alignment originating from an OKSTRA-accordant 2D road design using the TUM Open Infra Platform and the OKSTRA class library. Technical Report
- Vilgertshofer, S., Amann, J., Willenborg, B., Borrmann, A., & Kolbe, T. (2017). Linking BIM and GIS models in infrastructure by example of IFC and CityGML. *Proc. of the ASCE International Workshop on Computing in Civil Engineering*. Seattle.
- Esser, S., & Borrmann, A. (2019). Integrating Railway Subdomain-Specific Data Standards into a common IFC-based Data Model. *26th International Workshop on Intelligent Computing in Engineering*. Leuven, Belgium.
- Hecht, H., & Jaud, Š. (2019). TUM OpenInfraPlatform: The Open-Source BIM Visualisation Software. *Proceedings of the 31st Forum Bauinformatik*. Berlin.
- Wolf, V., & Jaud, Š. (2019). Eignung verschiedener Datenmodelle für den Austausch digitaler Modelle eines Bahnsteigs. *Proceedings of the 31st Forum Bauinformatik*. Berlin.

## Zusammenfassung und Bewertung

Mit den bSI-Projekten IFC-Rail und IFC-Road wurden entscheidende Erweiterungen am IFC-Datenmodell vorgenommen, die es künftig erlauben werden, BIM-Modelle aus dem Straßen- und Schienenbau mit hochwertiger semantischer und geometrischer Beschreibung zwischen unterschiedlichen Softwarepaketen mit einem herstellernerneutralen Datenformat auszutauschen.

Die Ergebnisse haben zur Verabschiedung des Candidate Standard IFC 4.3 geführt, der in Kürze in einen finalen bSI-Standard überführt werden wird. Es wird erwartet, dass dieser neue Standard zügig von Softwareherstellern implementiert wird. Das hier berichtete Projekt hat einen wichtigen Beitrag zu diesen Entwicklungen geleistet und insbesondere sichergestellt, dass Anforderungen aus deutschen Projekten berücksichtigt werden konnten.

Diese Entwicklungen haben entscheidende Bedeutung vor dem Hintergrund der Modellübergabe an öffentliche Auftraggeber, die verpflichtet sind, durch Nutzung herstellernerneutraler Formate einen fairen Wettbewerb auf dem Softwaremarkt zu gewährleisten. Das Projekt hat damit einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung des BIM-Stufenplans des BMVI geleistet.

## Ausblick und Empfehlungen für weitere Schritte

Die Standardisierungsbemühungen bei buildingSMART zur Schaffung herstellernerneutraler Formate werden weiter vorangetrieben und sollten von deutscher Seite weiter intensiv begleitet werden. Unmittelbar anstehend sind eine Beteiligung am internationalen Projekt „IFC Infra Deployment“, welches die qualitativ hochwertige Umsetzung der Standards in Softwareprodukte begleitet und überwacht. An diesem Projekt sind auch deutsche Softwarehersteller beteiligt.

Weiterhin wurde vor kurzem mit Phase 2 des Projekts IFC-Rail begonnen, das zum Ziel hat, das bereits vorliegende plattformunabhängige Modell in eine umfangreiche IFC-Erweiterung zu überführen. Am Projekt sind die französischen, schweizerischen, österreichischen, italienischen und chinesischen Bahnen beteiligt. Auch die Deutsche Bahn zeigt wachsendes Interesse an einem Wiedereinstieg. Hier wird von Seiten des Projektteams dringend eine deutsche Beteiligung empfohlen, um rechtzeitig die sehr spezifischen Anforderungen aus dem Schienenbau einbringen zu können.

Darüber hinaus wird im Oktober 2020 die Phase 2 des Erweiterungsprojekts IFC-Tunnel gestartet. An dieser Stelle gab es bislang eine starke Beteiligung der skandinavischen Länder, Frankreichs, der Schweiz, Österreichs und Italiens, jedoch keine deutsche Beteiligung. Auch hier wird eine deutsche Beteiligung empfohlen, um die Berücksichtigung der Spezifika deutscher Tunnelbauprojekte zu gewährleisten.

Mittelfristig kommt der technischen Modernisierung des IFC-Datenstandards eine sehr starke Bedeutung zu. Aktuell beginnende Arbeiten zielen darauf ab, mit IFC5 einen aus IT-Sicht deutlich überarbeiteten und modernisierten Standard zu entwickeln, der den Anforderungen von dienstbasierten, verteilten Systemen (Cloud-Systeme) gerecht wird. Damit würden zukünftig aus staatlicher Sicht sehr attraktive Einsatzszenarios für die Bereitstellung von BIM-Daten u.a. für den Betrieb und den Erhalt baulicher Infrastruktur unterstützt werden, die die konsequente Anwendung dienstbasierter Verfahren für die Maschine-Maschine-Kommunikation voraussetzen.

## Anlagenverzeichnis

Anlage 01	Übersicht Expertengruppe (Stand März 2020)
Anlage 02	Teilnehmerlisten und -protokolle Workshops
Anlage 03	IFC-Road Phase 1 Requirements Analysis Report
Anlage 04	IFC-Road Phase 2 Conceptual Model Report
Anlage 05	IFC-Rail Phase 1
Anlage 06	CommonSchema Harmonisierung Teilprojekte
Anlage 07	Projektberichte