IFC-HIVE
Open BIM Common Data Environment

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger:
Daniel Kaminski

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen **01IS22S27** gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

1 Kurze Darstellung der Aufgabenstellung und Motivation

IFC-HIVE soll einen Beitrag zu Open BIM leisten, also dem Anbieter-agnostischen Austausch von Bauwerksdaten. Gegenstand ist die Entwicklung einer Plattform, mit der Bauherren einen digitalen Zwilling eines Gebäudes Planern und Handwerkern bereitstellen können. Der digitale Zwilling kann gemeinsam bearbeitet werde und fortlaufend mit Daten für eine nachhaltige Gebäudeverwaltung angereichert werden. Grundlage ist das offene Datenschema IFC in Kombination mit einer Repräsentation der Bauwerksdaten als Graph.

Motiviert ist das Projekt durch die Erkenntnis, dass trotz eines hohen Grades an Normierung im Bau- und Immobiliensektor die Digitalisierung anderen Branchen und gesellschaftlichen Bereichen hinterherhinkt. Das verlangsamt Planungs- und Genehmigungsverfahren, erschwert eine vernetzte, digitale Kooperation und stellt Akteure schon bei relativ grundlegenden Auswertungen vor teilweise unlösbare Aufgaben. Oft liegen sogar alle Daten in digitaler Form vor (PDF Pläne, E-Mails, Excel-Dateien etc), sind aber nicht hinreichend verknüpft, nicht hinreichend strukturiert oder aus sonstigen Gründen nicht maschinenlesbar. Insbesondere mit Blick auf die dringend notwendige energetische Sanierung von hunderttausenden von Bestandsgebäuden und mit Blick auf einen effizienten Betrieb von Gebäuden, ist eine Verbesserung im Umgang mit Bauwerksdaten geboten.

Die geplanten Meilensteine waren:

1. Detailkonzept und technische Planung
2. Front-End Basis
3. API und Back-End Basis
4. IFC Graph Operationen Schlüsselkonzepte
5. Front-End interaktiver IFC Viewer
6. Early Alpha Basis-Anwendungsfällen
7. IFC Projekt Management und Versionskontrolle
8. Front-End feature complete
9. API feature complete
10. Prototype Release Candidate (QA)

11. Prototyp Release

2 Beitrag des Projektes zu den Zielen der Förderinitative „Software-Sprint“

Das Projekt lässt sich unter dem Thema »Civic Tech« einorden, indem es Aspekte zur Frage der Digitalisierung in der Bau- und Immobilienwirtschaft untersuch, einen Beitrag zu einer besseren Integration von heterogenen Bauwerksdaten liefert. Es stellt außerdem ein Werkzeug zur Unterstützung von Open BIM und zur Verwendung des Daten-Standards IFC dar.

Zielgruppe der Anwendung sind primär Eigentümer und Betreiber von Gebäuden, besonders von Nutzgebäuden, sogenannte Beheizte-NIcht-Wohngebäude. Diese Akteure profitieren vom untersuchten Ansatz, indem Datensilos aufgelöst und Brüche im Umgang mit Bauwerksdaten beseitigt werden. Ganz unmittelbar ergibt sich vor allem ein Nutzwert bei der Analyse und Auswertung von Gebäudedaten, z.B. ESG Reporting, Flächen-Potenzialanalyse, Smart-Metering, Bedarfsanalyse usw.

3 Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

3.1 Nutzergespräche

In der Zeit von September bis Dezember waren regelmäßige und ausführliche Gespräche mit potenziellen Nutzern eine grundlegende Voraussetzung für die zielführende Entwicklung eines Prototyps. Zu den Gesprächspartnern zählten u.a.

1. Senatsverwaltung Berlin, Referatsleiterin für Wissenschaft, technische Projektleiterin für die Nachnutzung Flughafen Tegel.
2. Berliner Immobilien Management GmbH, verwaltet und betreibt die Liegenschaften für das Land Berlin. Thema: Gebäudepotenzialanalyse und Selbstverwaltung von Bauwerksdaten ohne Abhängigkeit von Dritten und/oder teure Expertensoftware.
3. Forschungszentrum Informatik Karlsruhe, Thema Smart Metering von Energiedaten bzw. Kontextualisierung von Zeitreihen mit Metadaten und Geometrie eines Gebäudes.
4. Bauabteilung Sparkasse Aachen, Verwaltung von Bauwerksdaten eines ganzen Portfolios.
5. SBIF (Smart Building Innovation Foundation) ESG Reporting und nachhaltige Gebäudedaten bzw. Bauwerksdokumentation für Eigentümer und technische Betreiber.

3.2 Anforderungsanalyse

Auf Basis von ca. 30 Gesprächen mit potenziellen Nutzern und Experten zu diesem Thema hat sich das sogenannte ESG Reporting als einer der großen Treiber für die Verbesserung der Integration von Bauwerksdaten herausgestellt. Das Thema ESG Reporting ist noch sehr in Bewegung, versetzt aber alle möglichen Akteure in große Unruhe, weil die Defizite in der Datenhaltung schmerzhaft deutlich sind.

Die Stiftung SBIF hat zusammen mit dem großen Wirtschaftsprüfer Mazars eine tiefgehende Analyse zu den Anforderungen an ein ESG Reporting erarbeitet. Auf dieser Grundlage und in Zusammenarbeit mit der SBIF haben wir den IFC konformen Ansatz und die als Graph von heterogenen Daten repräsentieren Bauwerksdaten konzeptuelle getestet und bewertet.

In praktische allen Gesprächen hat sich herausgestellt, dass weniger die vernetzte Zusammenarbeit in der Planungs- und Bauphase, als vielmehr der nahtlose und nachhaltige Anschluss an diese Datenlage im Betrieb eines Gebäudes das dringendste Problem ist. Ganz besonders hervorzuheben sind die beiden Anwendungsfälle:

1. **Grundlagenerfassung in Bestandsgebäuden** (Geometrie, Meta-Daten, technische Einheiten und Bauteile, Verbrauchsdaten, Arbeitsplätze von Nutzern, Inneneinrichtung und Sensordaten Einzelhandel, Geschäftsdaten des Betreibers usw. etc.)
2. **Verknüpfung von heterogenen Daten in einem digitalen Zwilling zwecks Auswertung**, z.B. Gebäudegeometrie, Sensoren, Meta-Daten und Zeitreihen, Geschäftsdaten für ESG Reporting. Die oben genannte Grundlagenerfassung fehlt bei Bestandsgebäuden oft. Dieser Mangel hat sich etwas bei der Schuldigitalisierung im Rahmen des Digitalpakt Schule erwiesen,

Anforderung (1) ist notwendig, um überhaupt die Grundlage für weitere Anwendungsfälle zu schaffen. Diese Einsicht deckt sich mit meiner früheren, fast zweijährigen Arbeitserfahrung im Bereich Schuldigitalisierung.

Anforderung (2): Die fehlende Verknüpfung von heterogenen Daten über die Grenzen von aktuellen Silos hinweg ist ein allgemeines Problem, das sich in vielen Anwendungsfällen als große Hürde und Innovationshemmnis erweist.

3.3 Literaturrecherche und Stand der Forschung

Zum Thema Bauwerksdaten und Graphen und Repräsentation von Gebäudedaten und Ontologie gibt es seit ca. 10 Jahren einen sich intensivierungen akademischen Diskurs. Es gibt bisher aber kaum technische Umsetzungen und noch weniger Implementierungen, die marktreif einen konkreten Anwendungsfall lösen. Der akademische Diskurs reicht Validierungen, Analyse und komplexen Aggregationen von Gebäudedaten bis zur softwaregestützten Konfiguration und Einorden von Sensordaten. Der in diesem Projekte gewählte Entwicklungsansatz, eines komplexen und operationell einsetzbares In-Memory Graphmodells als Grundlage für verschiedene Anwendungsfälle in unterschiedlichen Phasen der Wertschöpfungskette im Lebenszyklus eines Gebäudes ist dabei ein noch relativ neuer Ansatz.

3.4 Analyse bestehender Lösungen und Produkte

Die am Markt existierenden Lösungen sind von ihrem Wesen her alle Dokumentenmanagement Systeme, die lediglich die Metadaten von Daten-Container verhandeln, selber aber kein oder nur ein sehr geringes Verständnis der Datenpunkte selber haben. IFC lässt sich sehr einfach in eine JSON Struktur übersetzen, die sich sehr bequem und unmittelbar in Dokumentendatenbanken (No-SQL Datenbanken) speichern lässt. Für ein reines Dokumentenmanagementsystem ist das eine naheliegende und wenig aufwendige Lösung. Will man aber Operationen auf der IFC Struktur ausführen, stößt dieser Ansatz an

Grenzen, der die Beschränkungen der aktuellen Systeme am Markt erklärt. Umgekehrt erklärt sich die Mächtigkeit beispielsweise von Desktop CAD-Systemen wie Revit, Archicad, Blender teilweise mit der Tatsache, dass die Bauwerksdaten intern als Graph repräsentiert werden.

3.5 Bewertung der Ausgangshypothese

Auch nach eingehender Analyse von Anforderungen, kritischer Durchsicht des Ansatzes durch potenzielle Nutzer und einer vergleichenden Analyse der bestehenden Lösung sehe ich mich in dem gewählten Ansatz bestätigt. Für eine merkliche Verbesserung der Digitalisierung im Bauwesen und der Immobilienwirtschaft braucht es eine tiefere Integration atomisierter Datenobjekte und Datenpunkte aus Serverseite. Datensilos müssen reduziert und heterogene Daten müssen hochaufgelöst miteinander verknüpft werden. Langfristiges Ziel muss es sein, die Reihe von Dokumentenversionen mit einem sich fortlaufend ändernden, komplexen Graphen mit Referenz zu früheren Arbeitsständen zu ersetzen. Sowohl technisch als auch konzeptuell sind Versionskontrollsystems aus der Softwareentwicklung, insbesondere Git in meinen Augen ein geeignetes Modell für den Umgang mit Bauwerksdaten.

3.6 Verschiebung des Schwerpunkts (ESG)

Wie oben schon dargestellt, hat sich die Ausrichtung von der vernetzten Zusammenarbeit in der Planungs- und Bauphase auf Anwendungen im Betrieb und der Nutzung von Gebäuden verschoben. Das liegt zum einen an der Dringlichkeit der an dieser Stelle ungelösten Anwendungsfälle. Zum anderen sind die Akteure (Eigentümer, Nutzer, technische Betreiber) in dieser Phase der Wertschöpfungskette an einer nachhaltigen, integrierten Datenlage zu einem Gebäude sehr interessiert. Dies im Unterschied zu Projektentwicklern, Architekten und Baufirmen in den früheren Phasen.

3.7 Handhabung von IFC Daten

In der konkreten Umsetzung ging es unter anderem darum, die mächtige und in Desktop-Expertensoftware oft eingesetzte ifcOpenShell in eine RestAPI zu integrieren.

Um effizient mit einem komplexen In-Memory Modell (Digital Twin) umgehen zu können, ist noch ganz erhebliche Entwicklungsarbeit zu leisten, die weit über den Rahmen diese Projekts hinausgeht.

Der Prototyp erlaubt nichtsdestotrozt die Manipulation und Auswertung von komplexen Bauwerksdaten im IFC Format.

3.8 Entwicklung API

Auf Basis des node.js Frameworks Fastify wurde eine RestAPI entwickelt. Eine Herausforderung in der Entwicklung war es, eine geeignete Implementierung für die Kommunikation zwischen Client und Server zu finden, mit der auch sehr große Modelle gehandhabt werden können. ich habe hier einen asymmetrischen Ansatz gewählt, bei dem Anfragen zur Manipulation des Modells über die RestAPI an den Server übermittelt werden, Veränderungen an Objekten im Modell aber über eine Websocket-Verbindung vom Server zum Client gepusht werden.

Für den Umgang mit IFC Daten habe ich unterschiedliche Verfahren und Methoden probiert. Erst durch die konkrete Arbeit mit IFC Exporten aus Anwendungssoftware wurde deutlich, wie

oft dieser Standard falsch verwendet oder unterschiedlich interpretiert wird. Das gilt auch und insbesondere für die großen Softwareanbieter. Die aktuelle Implementierung geht von validen IFC Dateien und einer Verwendung der IFC Klassen im Sinne des Standards aus.

Bei einer Umsetzung einer reifen Plattform müssten die Unschärfen und Widersprüche zwischen den großen Anbietern von Expertensoftware unbedingt berücksichtigt werden.

Über die API lassen sich IFC Dateien manipulieren, z.B. können Objekte oder Teilgraphen in den globalen IFC Graph eingefügt werden. Es lassen sich Auswertung und Aggregationen mit einer Query-Sprache durchführen und geometrische Repräsentationen auf Basis von gegeben IFC Klassen und ihren Attributen errechnen.

3.9 Entwicklung Front-End

Es wurde ein Front-End Framework entwickelt, dass einige Aspekte löst, die sich als Problem bei der Handhabung von Bauwerksmodellen stellen. Wie in Kapitel 5 darstellt, ist der Meilenstein »Interaktiver IFC Viewer« aus den genannten Gründen nicht umgesetzt.

3.10 Arbeitsstand

Das Thema hat sich als sehr viel komplexer und tiefer erwiesen, als vor Projektanfang deutlich. Das Endergebnis ist ein sehr früher, grober Prototyp oder ein Proof-of-Concept. Das Ergebenis zeigt auf, dass eine serverseitige, tiefe Integration von Bauwerksdaten möglich und auch sinnvoll ist Um die Erkenntnisse und Implementierungen dieses Projekts zu einem tatsächlich einsatzfähigen Prototypen oder gar zu einer marktreifen Lösung weiterzuentwickeln, bedarf es eines deutlich größeren Teams (5-7) und einer Entwicklungszeit von 12-18 Monaten.

3.11 Weiterentwicklung und Ausblick

Ausgehend von dem erreichten Arbeitsstand werde ich die Weiterentwicklung vorantreiben. Wie unten dargestellt, gründe ich gerade mit einem Partner ein Start-up, dass die Entwicklung nahtlos fortsetzt. Die zentralen Bibliotheken, insbesondere die Lösungen für einen Echtzeit-Digitalen-Zwilling, der Grundlage für viele Anwendungsfälle und komplexe Auswertung ist, werden wir auch langfristig Open-Source weiterentwickeln.

4 Zielgruppe, Nutzen und mögliche Weiterentwicklungen

Der konkrete Nutzwert ist die Möglichkeit auf einem Server, die eigentlichen Datenpunkte einer IFC Datei, d.h. Metadaten, Objektattribute und Geometrie auszuwerten und zu manipulieren. Das Projekt ist aber noch zu sehr im Status eines frühen Prototyps, als dass es sich produktiv in einem Projekt einsetzen ließe.

Die Komplexität und tiefe der Herausforderung lässt sich daran ablesen, dass selbst große Unternehmen und Organisationen die Notwendigkeit für eine bessere Datenintegration und Open BIM zwar erkannt, aber noch längst nicht gelöst haben.

Es ergeben sich sehr konkrete, weiter-gehende Effekte aus der Protoyp-Entwicklung. Mit der privatwirtschaftlichen Stiftung SBIF (Smart Building Innovation Foundation) untersuchen wir auf Basis des Prototyps konkrete Anwendungsfälle und definieren gerade ein Minimal Viable

Product. Die Stiftungspartner kommen aus dem Bereich von Entwicklung und Betrieb von Nutzegebäuden. Es gibt auisserdem eine Reihe von »Friendly User«, d.h. Organisationen, die an frühen Pilotprojekten interessiert sind. In allen Fällen richtet sich der Fokus auf die Herausforderungen des ESG Reportings für die Eigentümer, technischen Betreiber und Nutzer von Gebäuden.

In einem neuen Unternehmen hoffen wir bis etwa Oktober eine produktionsfähige Version einer Plattform zur Grundlagenerfassung und für ein ESG Reporting fertigzustellen, die ganz wesentlich auf dieses Förderprojekt aufbaut.

Eine Erkenntnis aus dem IFC-HIVE Projekt ist, dass die Umsetzung eines effizienten In-Memory-Modells von komplexen Bauwerksdaten einige Herausforderungen stellt, die grundlegend und unabhängig vom gewählten Standard (hier iFC) zu lösen sind. Diese Ontologie-agnostische Grundlage werden wir weiter als Open-Source Entwicklung vorantreiben und auch langfristig Open-Source halten.

Dieses Förderprojekt hat mir über 6 Monate eine tiefe auseinandersetzung mit dem Anwendungsfall und seinen softwaretechnischen Herausforderungen ermöglicht. Ich konnte mich fachlich auf eine Weise mit dem Thema und verschiedenen Aspekten auf eine Weise auseinandersetzen, wie das in einem kommerziellen Projekt kaum möglich ist. Auf dieser vertieften Grundlage werde ich weiter in diesem komplexen, interessanten und relevanten Feld arbeiten.

Die Entwicklung werde ich in den nächsten Monaten mit einem größeren Team und mit den oben genannten Partnern vorantreiben. Die konkreten, nächsten Zwischenziele in der Entwicklung lauten:

1. IFC-konformen Grundlagenerfassung von Bestandsgebäuden
2. ESG Reporting und administration einer nachhaltigen Datenlage für die Bewirtschaftung von Nutzgebäuden

Für beide Anwendungsfälle bin ich seit Herbst im Gespräch mit Entwicklugnspartnern und Friendly Usern, hier vor allem mit der Stiftung SBIF und ihren Partnern aus Wirtschaft und Forschung.

Mit Hilfe der oben genannten und weiteren Projektpartnern arbeiten wir an einer Anschlussfinanzierung für ein größeres Team.

5 Kurze Darstellung der Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Die Umsetzung eines Interaktiven 3D IFC-Viewers auf Basis von three.js bzw. den existierenden IFC-Viewern zur grafischen Manipulation der IFC Datei hat sich als zu Aufwendig, neben der eigentlichen API Entwicklung erwiesen. Es wurde zwar ein Front-End Framework umgesetzt, dass auch einige wichtige Anforderungen als Voraussetzung löst, der eigentliche IFC-Viewer ist allerdings nicht umgesetzt.

Hintergrund ist, dass der ursprüngliche Plan, dies auf Basis existierender Javascript three.js IFC-Viewer zu realisieren, sich als nicht praktikabel erwiesen hat. Die existierenden

Open-Source Lösungen sind alle nur read-only und in keiner Weise darauf ausgelegt, die interne Repräsentation samt etwaiger Manipulationen IFC konform auszugeben.

Im Rahmen meiner Recherche und Ansätze hierzu bin ich zu dem Schluss gekommen, dass der wesentlich reifere und bessere Ansatz einer ist, bei dem man für das 3D Rendering auf Technologien und Implementierungsmuster aus der Spieleindustrie zurückgreift. Z.B. ein server-seitiges Rendern auf Basis der Unreal Engine und einer Integration per Pixel-Streaming im Client.

Im Rahmen des Coachings durch einen Partner des Prototyp-Funds wurden verschieden mögliche UX Ansätze diskutiert.

6 Kurze Angabe von Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Das Projektergebnis kann im folgenden Gitlab-Repository eingesehen werden.
https://repo.karo.design/daniel/ifc-hive

7 Kurze Erläuterung zur Einhaltung der Arbeits- und Kostenplanung

Es gab keine grundsätzlichen Änderungen und keine unvorhergesehenen Kosten.

8 Kurze Darstellung von etwaigen Ergebnissen bei anderen Stellen

Schon während des laufenden Projekts habe ich zusammen mit einem Partner die Entscheidung getroffen, die Entwicklung langfristig im Rahmen eigner eigenen Unternehmung fortzusetzen. Zu diesem Zweck haben parallel zwei Entwickler an Fragen gearbeitet, die sich im Laufe der Prototypentwicklung als zu Lösende Herausforderungen erwiesen haben. Es wurden außerdem Schnittstellen und weitere Anforderungen möglicher Anwender untersucht, die jenseits des IFC-HIVE Projekts lagen. Das geförderte Projekt hat einerseits diese Arbeit informiert und Arbeitsgrundlagen geliefert, andererseits hat das Förderprojekt von eben diesen Arbeitsergebnissen profitiert.