

ENDBERICHT

Projektnummer oder Projekttitel: 885547, Digitaler Gebäudewilling, BIM-basierte offene Plattform für Monitoring, Evaluierung und Optimierung des Gebäudebetriebs
Richtwert für den Umfang: 10 bis 20 Seiten

1 ZIELE UND ERGEBNISSE

- Vergleichen Sie die erreichten Ergebnisse mit den Zielen, die dem Förderungsvertrag zugrunde liegen. Wurden die Ziele erreicht?
- Beschreiben Sie „Highlights“ und aufgetretene Probleme bei der Zielerreichung.

1.1 Ziele und Entwicklungsinhalte des Projekts

Das Ziel des Branchenforschungsprojekts ist die Entwicklung einer offenen standardisierten 7D-BIM Plattform zum effizienten Gebäudebetrieb mittels Automatisierung von BIM- und Betriebsroutinen durch dynamische, KI-basierende Algorithmen in Echtzeit (Digitaler Gebäudewilling).

Für die Branche werden im Projekt die Grundlagen für eine vorkommerzielle, standardisierte BIM-basierte Open-Data Gebäudebetriebsplattform geschaffen, die es erlaubt Objekt-, Betriebsdaten und weitere relevante Informationen räumlich zu verorten, zu koppeln und auszuwerten. Dabei soll die Plattform auf bewährten, bestehenden, möglichst offenen herstellerneutralen Formaten für die Baubranche aufbauen. Die im Antrag definierten Ziele für das dritte Projektjahr konnten alle erreicht werden.



Abbildung 1: buildingtwin.at - BIM-basierte Plattform für Monitoring, Evaluierung und Optimierung des Gebäudebetriebs

1.2 Erreichung der Teilziele

(1) Ziel 01: BIM-DATA IMPORT AND DATA-MANAGEMENT

Einheitliches Datenmodell: Harmonisierung, Erweiterung und Standardisierung von BIM-basierten Methoden zur Bewertung, Simulation und Betriebsoptimierung

Im ersten Projektjahr wurde der Grundstein für eine vorkommerzielle, standardisierte BIM-basierte offene Gebäudebetriebsplattform gelegt. Diese ermöglicht die räumliche Verortung, Verknüpfung und Auswertung von Objekt-, Betriebs- und weiteren relevanten Informationen. In den Folgejahren zwei und drei wurde die Plattform auf bewährten, bestehenden und möglichst offenen, herstellerneutralen Formaten der Baubranche aufgebaut und weiterentwickelt.

Die erreichten Ergebnisse basieren auf den Teilzielen der drei Projektjahre:

Projektjahr 01:

- Definition der Datenstruktur und Datenflüsse
- Definition und Implementierung und Tests des optimierten Importprozesses
- BIM-Datenimport abgeschlossen
- Metadaten-Struktur und Standardisierungsvorgaben für die Modelle wurden erarbeitet
- IFC-Klassenbearbeitung wurden abgeschlossen
- Testläufe mit BIM-Modellen unterschiedlicher Quellen wurden erfolgreich abgeschlossen
- **Projektjahr 02:**
 - Optimierung des Extraktionsprozesses abgeschlossen
 - Filter und Patching-Tools für einen effizienten Datenimport wurden in die Plattform integriert und getestet
- **Projektjahr 03:**
 - Vereinfachung komplexer Geometrie bei Import
 - Ausschließen einzelner Elemente von Import
 - Datenimportmöglichkeit von 2D Plänen
 - Ändern von Projekt-Eigenschaften
 - Projekt Vorschaubild
 - Berechtigungssystem (Backend)

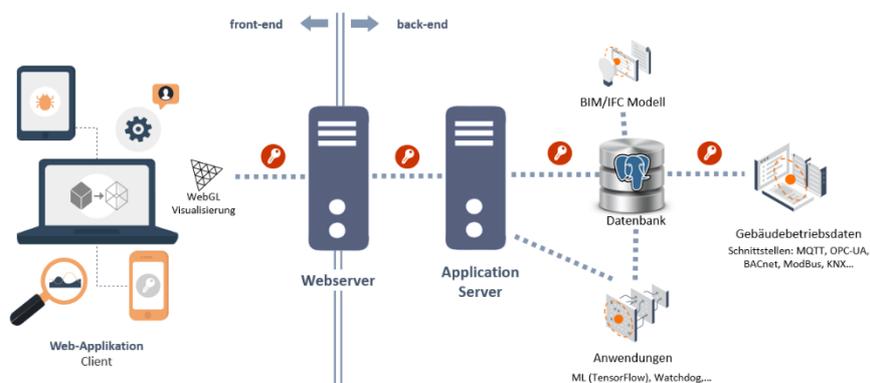


Abbildung 2: Plattform Software-Architektur



Abbildung 3: BIM Datenimport, Metadaten-Struktur und Standardisierungsvorgaben

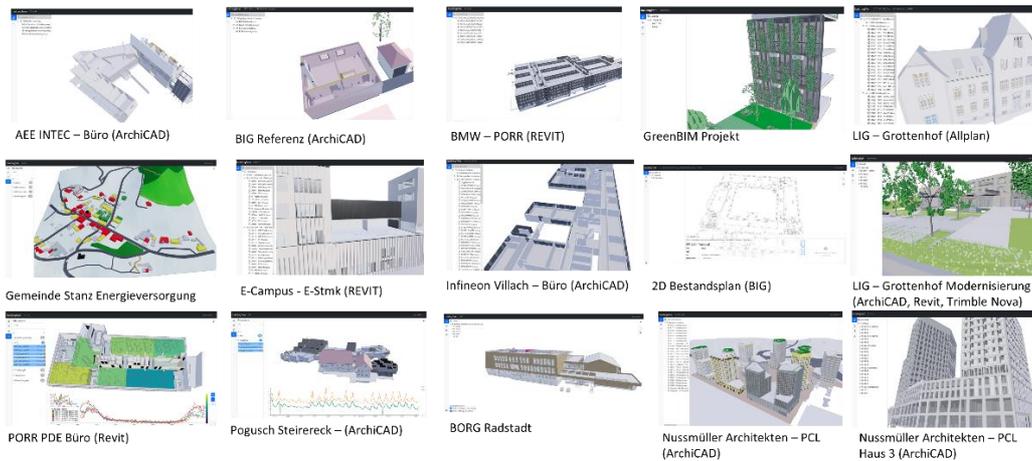


Abbildung 4: Testläufe mit BIM-Modellen unterschiedlicher Quellen - Stand der Webplattform nach Ende des 3. Projektjahres – über 25 BIM Modelle online

(2) Ziel 02: MONITORING UND VISUALISIERUNG:

Beseitigung technischer und organisatorischer Hindernisse für die Integration von BIM-Technologie in den Gebäudebetriebs- und Monitoringprozess

Die im ersten Projektjahr erarbeitete offene BIM-basierte Plattform buildingtwin.at fungiert als zentrales Common-Data-Environment, in der unterschiedlichste Daten aus verschiedenen Quellen aggregiert, aufbereitet, analysiert und in 3D dargestellt werden. Durch die Weiterentwicklung der Plattform aus dem ersten Projektjahr mit BIM-Standards als Basis für die Verwaltung komplexer Gebäudeinformationen wurde im zweiten und dritten Projektjahr das Ziel über bestehenden Gebäude-Dashboard-Lösungen hinauszugehen erreicht und die Grundlagen für eine branchenoffene Plattform für das Gebäude-Monitoring geschaffen.

Die folgenden Punkte wurden bereits erfolgreich im Projekt umgesetzt:

- **Projektjahr 01:**
 - Launch der interaktiven 3D-BIM Plattform unter buildingtwin.at als interaktives Werkzeug
 - Implementierung übersichtlicher Darstellungsmöglichkeiten unterschiedlichster, gebäuderelevanter Informationen in die Plattform

- Erarbeitung einer einfachen, ansprechenden („einladenden“) und intuitiven Bedienungsmöglichkeit in Abstimmung mit Branchenvertretern und Projektpartner*innen
- Intuitive, räumlich verortete Darstellung von Information in der Bim Plattform
- Potentielle Erfassung ALLER ASBUILT-Daten zur Objekt-Dokumentation
- Universelles Tool zur räumlich verorteten Erfassung, Darstellung und Auswertung von Bestandsdaten (Gebäude, technische und nicht-technische Einrichtung)
- **Projektjahr 02:**
 - Freie Konfigurationsmöglichkeit für nutzerspezifische Datenfelder (Text, Kennung, Status, Zahl, Datum, binär/Upload: PDF, Foto etc.)
 - Möglichkeit zur Konfigurierung von Ein-/Ausgabefenstern
 - Schaffung von niederschweligen Zugängen (z.B. direkter Link zu Gebäude-Elementen)
 - Intuitive Filtermöglichkeiten (Klassen, Stockwerke, Räume, Sensoren etc.)
 - Verortete Darstellung eingebetteter Datenquellen
 - Konfigurierbare Listenansicht zur Ein-/Ausgabe
 - Visuelle, intuitive Aufbereitung von Informationen zum Betriebszustand (Liniencharts, Heatmaps, farbliche Hervorhebung im 3D Modell)
- (2) **Projektjahr 03:**
 - Verortete 3D Beschriftungen mit Attribut-Werten
 - Neue Projektübersicht mit Vorschau Bildern
 - Verbesserte Darstellung von Zeitreihendaten
 - Legende für Visualisierungen, mit Möglichkeit Einstellungen zu ändern

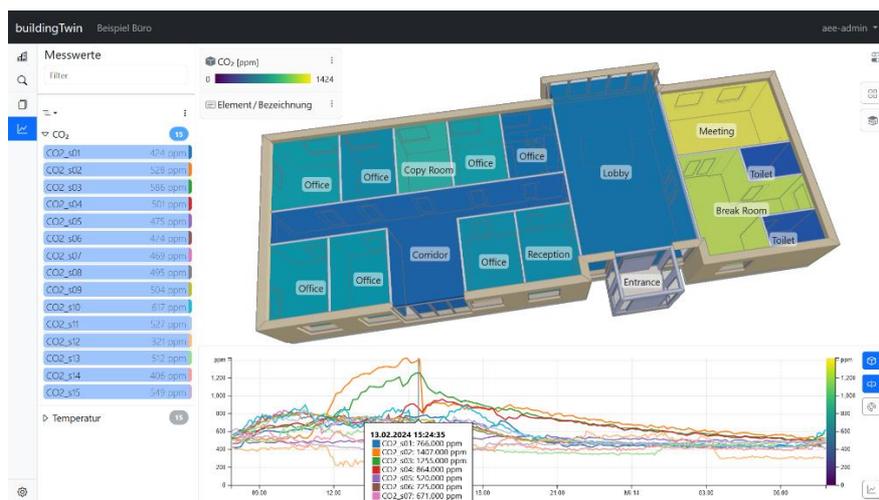


Abbildung 5: Umsetzung/Aktueller Stand der Plattform

(3) Ziel 03 PROTOTYPISCHE ANWENDUNG:

Entwicklung von intelligenten Algorithmen zum effizienten Betrieb von komplexen gebäudetechnischen Anlagen und Nutzerverhalten

Um eine möglichst optimale, daten-getriebene Gebäudesteuerung zu ermöglichen, wurde im dritten Projektjahr erfolgreich in einem Prototyp die Möglichkeit geschaffen die gesammelten Daten der Zwillingsplattform für die Steuerung eines Bürogebäudes ohne existierendes BMS zu verwenden. Dazu wurden die CO₂-Konzentration, sowie Innen- und Außentemperatur in den Büroräumen auf der Zwillingsplattform erfasst, und für eine aktive Steuerung der Lüftungsanlage verwendet, um einerseits den Nutzerkomfort zu steigern, und andererseits die sommerliche Überhitzung zu begrenzen, und somit die benötigte Energie für Kühlung zu senken.

(4) Ziel 04 INTERFACES:

Bereitstellung einer offenen und kostengünstigen Plattform, mit Werkzeugen und Interoperabilitätslösungen, die disziplinübergreifend derzeitige und zukünftige Standards unterstützt

Um das Ziel der Bereitstellung einer offenen und kostengünstigen Plattform und Interoperabilitätslösungen zur Erreichen, wurden im ersten Projektjahr die Ein- und Ausgabeschnittstellen für die Integration von IFC, sowie Bestands- und Betriebsdaten definiert und für IFC Modelle bereits in der Plattform implementiert. Die Implementierung zur Datenerfassung, -verarbeitung, -visualisierung für Betriebsdaten (BMS, BEMS, IoT-Sensoren, OPC) wurden im zweiten Projektjahr über Schnittstellen zur Open-Source IoT-Plattform ThingsBoard implementiert. Folgende Teilziele wurden in den drei Projektjahren erreicht:

- **Projektjahr 01:**
 - Plattformübergreifender Import von Gebäudemodellen im IFC-Format
- **Projektjahr 02:**
 - Einbindung einer Open-Source IoT-Plattform „ThingsBoard“ in die digitale Zwillingsplattform
 - Import Datenschnittstellen für Betriebsdaten (BMS, BEMS, IoT-Sensoren, OPC)
 - Schnittstelle zu Wettervorhersagen
- **Projektjahr 03:**
 - Excel Export von Attributen
 - Schnittstellen für aktive Lüftungssteuerung
 - Projekt Einstellungen
 - Verbesserungen für Touch Bedienung (iPad)
 - Schnelle Ansichten: ohne Decken/Wände, ohne Decken, Vollständig
 - Isolieren von Elementen

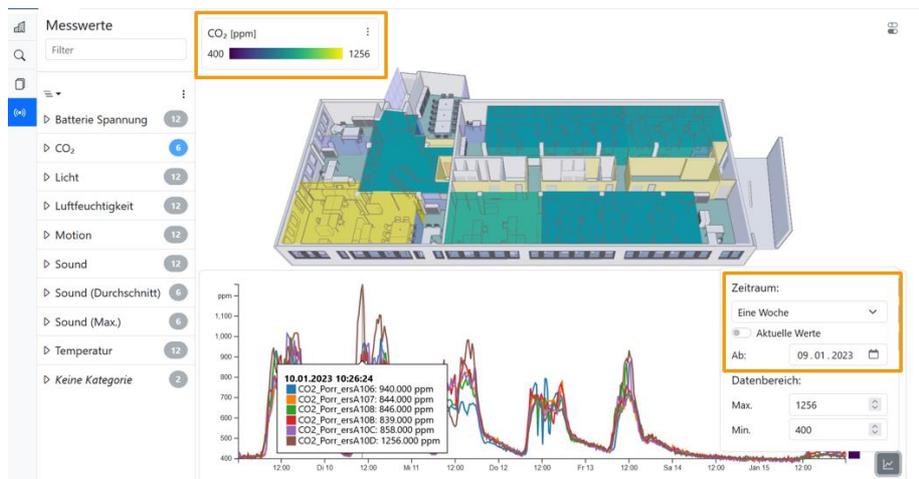


Abbildung 6: Historische Messwerte Visualisierung/Einbindung von IOT Daten

(5) Ziel 05: Reduzierung des Aufwands durch eine durchgehende Nutzung eines digitalen Zwillings für Planung, Bau, Inbetriebnahme und Betrieb von Gebäuden

Im zweiten und dritten Projektjahr wurden die Schnittstellen für die Arbeiten für die durchgängige Nutzung des Zwillings im Betrieb mit Fokus auf die Einbindung von Ausführenden Unternehmen, Facility Management und Nutzer*innen begonnen. Dabei wurden folgende Punkte umgesetzt:

- Aufbau und bidirektionaler Datentransfer eines mit Betriebsdaten kalibrierten Gebäudemodells des Testgebäudes inklusive Haustechnik (digitaler Zwilling)
- Konzeption der Funktionalitäten zur Einbindung von Nachunternehmern/ausführenden Unternehmen für die Umsetzung in der Plattform im dritten Projektjahr
- Intuitive Echtzeitaufbereitung zu Informationen zum Betriebszustand

(6) Ziel 06: Reduktion von Investitions-, Betriebskosten und Emissionen von großen Gebäuden und Quartieren sowie Verbesserung des Nutzerkomforts

Im zweiten und dritten Projektjahr lag der Fokus auf der Implementierung von ersten Applikationen im Framework der geschaffenen Plattform in Form von Analysetools auf Basis modernen Datenanalysemethoden. Im Detail wurden im Projekt folgende Grundlagen geschaffen:

- Komfort-Monitoring im Digitalen Zwilling: automatisierte Identifizierung von Sensorik im Zwilling und Zuweisung in 3D Objekte (z.B. CO2, Luftfeuchtigkeit, Raumtemperaturen und weitere Zustandsgrößen)
- Performance-Tracking über die Open-Source IoT-Plattform „ThingsBoard“
- Performance-Benchmarking über die Open-Source IoT-Plattform „ThingsBoard“

- o Anwendung und Evaluierung des BIM Betriebsmonitorings in 6 Use-Cases im Echtzeitbetrieb
- o Umsetzung Lüftungssteuerung LIG Büro
- o Evaluierung Digitaler Zwilling für Infrastruktur Projekte
- o Konzept Echtzeitmonitoring von Begrünung

(7) Ziel 07: Übertragbarkeit der entwickelten Konzepte und Lösungen auf andere Gebäude sowie Gebäudeverbände in der gesamten Baubranche

Um die Übertragbarkeit auf andere Gebäude und Gebäudeverbände zu gewährleisten wurden folgende Ziele erreicht:

- o Standardisierung: Nutzung etablierter Standards und Branchenlösungen für offene Schnittstellen
- o Modularer Aufbau: Anpassung an unterschiedliche Gebäudetypen und Anwendungsfälle
- o Flexibilität: Anpassung von buildingtwin an spezifische Anforderungen und Nutzergruppen
- o Praxistests: Erfolgreiche Tests in Pilotquartieren (z.B. Post City Linz, Gemeinde Stanz) und mittlerweile über 25 Projekten
- o Erarbeitung einer Verwertungsstrategie der Ergebnisse gemeinsam mit den Projektpartner:innen und Branchenvertreter:innen

1.3 „Highlights“ und aufgetretene Probleme bei der Zielerreichung.

Projektjahr 01

04/2021	Projektstart
04/2021	Kick-Off Meeting
04-07/2021	Bilaterale Abstimmungsmeeting mit allen Partnern
08/2021	3D Webtoolentwicklung online verfügbar; 3D-Webtoolentwicklung steht unter buildingtwin.at für alle Partner zur Verfügung
08/2021	Kennzahlen/Methodik zur Datenqualitätsbestimmung wurde abgeschlossen und dokumentiert
08/2021	Entwicklung von Filter und Patching-Tools wurde an zahlreichen BIM Modellen getestet optimiert und abgeschlossen;
12/2021	Empfang erster Testdaten aus Gebäudebetrieb
02/2022	BIM-Gebäudemodelle aller Partner*innen wurden erfolgreich in die Plattform implementiert und können mit einer Eingabemaske intuitiv bearbeitet werden
09/2021	Halbjahresmeeting Konsortium
03/2022	Abschlussmeeting 1. Projektjahr

Projektjahr 02

- 04-07/2022 Bilaterale Abstimmungsmeetings mit allen Partnern (8 Online Meetings)
- 03/2022 Artikel über Buildingtwin im TGA Planerhandbuch
- 03/2022 Vortrag von Buildingtwin im IEA Annex 81 'Data Driven Smart Buildings' Research Webinar #5
- 03/2022 Impulsvortrag beim GreenTech Innovators Club - Titel Tracking Buildings Betriebsoptimierung mit digitalen Gebäudezwillingen
- 07/2022 3D-Webtoolentwicklung (BIM-Basisfunktionalitäten) abgeschlossen
- 08/2022 Visuelle, intuitive Aufbereitung von Informationen zum Betriebszustand – Visualisierung und Methodik verfügbar und getestet an Use-Case Pogusch
- 10/2022 Cloud-Server kommuniziert mit dem Realgebäude: Echtzeit Monitoring im Digitalen Zwilling für PORR Use-Case gestartet und in die Plattform integriert
- 02/2023 Erste digitale Zwillingsapplikationen (Tools) liegen vor:
- Echtzeit Monitoring
 - Freie Konfigurationsmöglichkeit für nutzerspezifische Datenfelder und Feld-Benennung
 - Verwaltung von Dokumenten: (Type z.B. Text, Kennung, Status, Zahl, Datum, binär/Upload: PDF, Foto etc.)
 - Sensor Anbindung
 - Verortete Darstellung von Bestandsdaten, Tickets, Warnungen, Statusanzeigen, Systemmeldungen
 - Performance-Tracking / Performance-Benchmarking
- 02/2023 Bilaterale Abstimmungsmeetings mit allen Partnern (5 Online Meetings)
- 03/2023 Artikel über Buildingtwin in Zeitschrift Nachhaltige Technologien 02/2023
- 03/2023 Abschlussmeeting 2. Projektjahr

Projektjahr 03

- 05/2023 Datenimportmöglichkeit von 2D Plänen
- 06/2023 Verortete Darstellung von Attributen im 3D Modell
- 07/2023 Umsetzung Rechteverwaltung im Backend
- 08/2023 Umsetzung der aktiven Lüftungssteuerung über Buildingtwin
- 09/2023 Einreichung Abstract ÖBV-Baukongress
- 10/2023 Vortrag von Buildingtwin bei den IMPACT DAYS

11/2023	Vortrag Insight Innovation
12/2023	Halbjahresmeeting 3. Projektjahr
02/2024	Projekt-Import über Web-Oberfläche, Administrator Oberfläche
03/2024	Abschluss 3. Projektjahr

2 ARBEITSPAKETE UND MEILENSTEINE

2.1 Übersicht

Geben Sie in den folgenden Tabellen den Projektfortschritt je Arbeitspaket (bezogen auf den Förderzeitraum) und je Meilenstein an und führen Sie stichwortartig an, wo es zu Abweichungen gekommen ist.

Eine ausführlichere Beschreibung ist unter Punkt 2.2 möglich.

Tabelle 1: Fortschritt der Arbeitspakete (AP)

AP	Bezeichnung	Fortschritt	Ergebnisse, Abweichungen, Verzögerungen
1	WISSENSCHAFTLICHE LEITUNG	100 %	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Das Projekt wurde intern, wissenschaftlich, inhaltlich und terminlich koordiniert. ➤ Präsentation im Rahmen der Zwischenberichte ➤ Präsentation im Rahmen des Endberichts
2	BIM-DATA IMPORT AND DATAMANAGEMENT	100 %	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kennzahlen/Methodik zur Datenqualitätsbestimmung liegen vor ➤ BIM-Importer und Klassendefinitionen wurden implementiert ➤ Entwicklung von Filter und Patching-Tools abgeschlossen ➤ Upload von IFC-Files auf den Webserver durch Partner

AP	Bezeichnung	Fortschritt	Ergebnisse, Abweichungen, Verzögerungen
3	INTERFACES	100%	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Buildingtwin API online ➤ BIM-Gebäudemodelle der Partner*innen wurden aus unterschiedlichsten Plattformen erfolgreich importiert und können bearbeitet werden ➤ Erfolgreicher Datenaustausch zwischen Gebäude und digitalen Zwillingen ➤ Ein- und Ausgabeschnittstellen wurden integriert ➤ Editierbare Datenbank / konfigurierbare Datenfelder / Datenupload / Datendownload ➤ Upload von IFC-Files auf den Webserver durch Partner
4	MONITORING UND VISUALISIERUNG	100 %	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 3D BIM Web-Tool online und für alle Partner verfügbar, laufende Weiterentwicklung ➤ BIM-Gebäudemodelle erfolgreich implementiert und können bearbeitet werden ➤ Erfolgreiche Visualisierung von Daten aus dem Gebäude im digitalen Zwillingenmodell ➤ Verortete Darstellung von Bestandsdaten, Tickets, Warnungen, Statusanzeigen, Systemmeldungen ➤ Komfort Monitoring im Digitalen Zwilling gestartet: automatisierte Identifizierung von Sensorik im Zwilling und Zuweisung in 3D Objekte (z.B. CO2, Luftfeuchtigkeit, Raumtemperaturen und weitere Zustandsgrößen) ➤ Energie Benchmarking/ Vergleich zwischen Zeitspannen

AP	Bezeichnung	Fortschritt	Ergebnisse, Abweichungen, Verzögerungen
5	DIGITALER ZWILLING APPLIKATIONEN	100%	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Erste Digitale Zwillingapplikationen (Tools) liegen vor ➤ Performance-Tracking über die Open-Source IoT-Plattform „ThingsBoard“ ➤ Performance-Benchmarking Funktionen über die Open-Source IoT-Plattform „ThingsBoard“ ➤ Anwendung und Evaluierung des BIM Betriebsmonitorings in 5 Use-Cases im Echtzeitbetrieb (u.a. PORR Bürogebäude, LIG Bürogebäude, Steirereck Pogusch) ➤ Buildingtwin Notification - Status von FM-Wartungen
6	PROTOTYPISCHE ANWENDUNG (PROOF OF CONCEPT)	100%	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Optimierungspotential (Kriterien: Performance, Zeit, Energie, Komfort, Usability) für die BIM Use-Cases der Partner*innen aus dem Projekt, wurde identifiziert ➤ Das Gebäudemodell für den digitalen Zwilling in der realen Umgebung ist aufgesetzt, kalibriert wurde prototypisch getestet ➤ Digitaler Zwilling wurde erfolgreich mit 5 realen Gebäuden gekoppelt. ➤ Proof of Concept des Digitalen Zwillings anhand von über 25 Projekten

AP	Bezeichnung	Fortschritt	Ergebnisse, Abweichungen, Verzögerungen
7	Projektmanagement	100 %	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Die kaufmännische Koordination unter den Projektpartnern wurde durchgeführt. ➤ Organisation und Abwicklung der Zwischenberichte

Tabelle 2: Meilensteine (MS, falls definiert)

MS	Bezeichnung	bisheriger Termin	Ergebnisse, Abweichungen, Verzögerungen
Projektjahr 01:			
4	3D-Webtoolentwicklung online verfügbar	08/2021 (nicht in Antrag definiert)	3D-Webtoolentwicklung steht unter buildingtwin.at für alle Partner zur Verfügung
1	Datenqualitätsbestimmung	08/2021 (nicht in Antrag definiert)	Kennzahlen/Methodik zur Datenqualitätsbestimmung wurde abgeschlossen und dokumentiert
2	Filter und Patching	08/2021 (nicht in Antrag definiert)	Entwicklung von Filter und Patching-Tools wurde an zahlreichen BIM Modellen getestet optimiert und abgeschlossen
5	BIM-Gebäudemodelle erfolgreich in Plattform implementiert	02/2022 (nicht in Antrag definiert)	BIM-Gebäudemodelle aller Partner*innen wurden erfolgreich in die Plattform implementiert und können mit einer Eingabemaske intuitiv bearbeitet werden
Projektjahr 02:			
6	3D-Webtoolentwicklung	07/2022	3D-Webtoolentwicklung (BIM-Basisfunktionalitäten) abgeschlossen
7	Visuelle, intuitive Aufbereitung von Informationen zum Betriebszustand	08/2022	Visualisierung und Methodik verfügbar und getestet an Use-Case Pogusch
8	Cloud-Server kommuniziert mit dem Realgebäude	10/2022	Echtzeit Monitoring im Digitalen Zwilling für PORR Use-Case gestartet und in die Plattform integriert

MS	Bezeichnung	bisheriger Termin	Ergebnisse, Abweichungen, Verzögerungen
9	Zwilling Applikationen	02/2023	Erste digitale Zwillingsapplikationen (Tools) liegen vor
Projektjahr 03:			
10	Digitaler Zwilling wurde erfolgreich mit dem realen Gebäude gekoppelt.	04/2023	Laufende Optimierung der Regelung funktioniert. Umsetzung u.a. der aktiven Lüftungssteuerung über Buildingtwin
11	Algorithmen	06/2022	Algorithmen wurden im Cloud Server implementiert
12	Verortete Darstellung von Attributen im 3D Modell	06/2023	Grundlagen für standardisierte verortete Darstellung von Attributen im Digitalen Zwilling erstellt und auf der Plattform implementiert
13	Rechtemanagement	07/23	Umsetzung Rechtemanagement im Backend
14	Übertragbarkeit und Verwertungsstrategie	02/2024	Strategie für die Übertragbarkeit auf andere Gebäude und Quartiere und Verwertungsstrategie erstellt

2.2 Beschreibung der durchgeführten Arbeiten

- Beschreiben Sie die im Berichtszeitraum durchgeführten Arbeiten aller beteiligten Partner, strukturiert nach den Arbeitspaketen.
- Konnten die Arbeitsschritte und -pakete gemäß Plan erarbeitet werden? Wo gab es wesentliche Abweichungen?

FFG-Programm/Instrument: Collective Research

		2021			2022				2023				2024
		Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1
		3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
AP 01	WISSENSCHAFTLICHE LEITUNG												
AP 02	BIM-DATA IMPORT AND DATA-MANAGEMENT												
T2.1	BIM-Datenimport			x									
T2.2	Erarbeitung Metadaten-Struktur und Standardisierungsvorgaben			x									
T2.3	Klassendefinitionen			x									
T2.4	Optimierung Extraktionsprozess					x							
T2.5	Implementierung von Filter und Patching-Tools					x							
AP 03	INTERFACES												
T3.1	Import Datenschnittstellen für Betriebsdaten (BMS, BEMS, IoT-Sensoren, OPC) und Bestandsdaten									x			
T3.2	Exportfunktionen, Dokumentation, Excel-Schnittstelle									x			
T3.3	Schnittstellen zu Echtzeit-Netzsignal/Wetter									x			
T3.4	Def. und Implementierung konfigurierbare Datenfelder						x						
T3.5	UI/Funktionalität - konfigurierbare Datenfelder									x			
T3.5	Konfigurierbare Zugänge JAM					x							
AP 4	MONITORING UND VISUALISIERUNG												
T4.1	Interaktives 3D-Webtool						x						
T4.2	Intuitive Filtermöglichkeiten (Klassen, Stockwerke, Räume, Sensoren etc.)						x						
T4.3	Veronore Darstellung eingebetteter Datenquellen (Raumtemperaturen, Energieverbrauch, Fensteröffnungen, Anwesenheiten etc.)						x						
T4.4	Veronore Darstellung von Bestandsdaten, Warnungen, Statusanzeigen, Systemmeldungen, Ticketing									x			
T4.5	Historische Verläufe als Zeitalferdarstellungen									x			
T4.6	Visuelle, intuitive Aufbereitung von Informationen zum Betriebszustand (z.B. Punktwolken, Liniendiagramm und Heat Maps)									x			
T4.6	Konfigurierbare Listenansichten							x					
AP 5	DIGITALER ZWILLING APPLIKATIONEN												
T5.1	DataWarcher: automatische Identifizierung von Ausnahmeständen und Fehlern (Leistungsbedarf, Energieverbrauch, Raumtemperatur)												x
T5.2	Predictive Algorithmen (z.B. Vorhersage von Energieverbrauch, Nutzerkomfort, Raumtemperatur, Anwesenheit, etc.)												x
T5.3	Performance-Tracking Tool												x
T5.4	Performance-Benchmarking Tool												x
T5.5	Nutzerfeedback-System												x
AP6	PROTOTYPISCHE ANWENDUNG (PROOF OF CONCEPT)												
T6.1	Aufbau und bidirektionaler Datenanfrager eines mit Betriebsdaten validierten Gebäudemodells des Testgebäudes inklusive GT								x				
T6.2	Aufzeigen einer optimalen Gebäudeperformance und laufende Optimierung der Regelung (Energiekomfort)											x	
T6.3	Anwendung und Evaluierung in Gebäuden												x
AP 07	PROJEKT MANAGEMENT												

Abbildung 7: Gantt Chart – Stand 03/2024

AP01: Wissenschaftliche Leitung

Das Projekt wurde intern wissenschaftlich, inhaltlich und terminlich koordiniert, das Projektcontrolling vorgenommen, sowie das Berichtsmanagement ohne Abweichungen umgesetzt.

AP02: BIM-DATA IMPORT AND DATENMANAGEMENT

Die Arbeiten zur Definition der Datenstruktur und Datenflüsse, Definition und Implementierung eines optimierten Import-Prozesses wurde gemäß Plan erarbeitet. Folgende Tätigkeiten wurden in den Berichtszeiträumen durchgeführt:

Berichtszeitraum 01 (erstes Projektjahr):

- BIM-Datenimport aus unterschiedlichen Softwaretools und Modellen wurde untersucht und harmonisiert
- Metadaten-Struktur und Standardisierungsvorgaben wurden gemeinsam mit Branchenvertretern und Projektpartner*innen erarbeitet
- Eingabemöglichkeiten für Bestandsdaten wurden geschaffen
- Klassendefinitionen und IFC Eigenschaften (Definitionen + Werte) wurden extrahiert
- Der Extraktionsprozess aus den BIM Modellen in der Webplattform wurde optimiert; Konflikte in Eigenschaften-Definitionen wurden erhoben; IFC Gebäude-Geometrie wurde für Darstellung im Webbrowser optimiert (z.B.: 328 MB IFC Daten wurden auf 5 MB komprimiertes 3D Modell + 1 MB Metadaten reduziert)
- Filter und Patching-Tools wurden in die Importroutinen implementiert

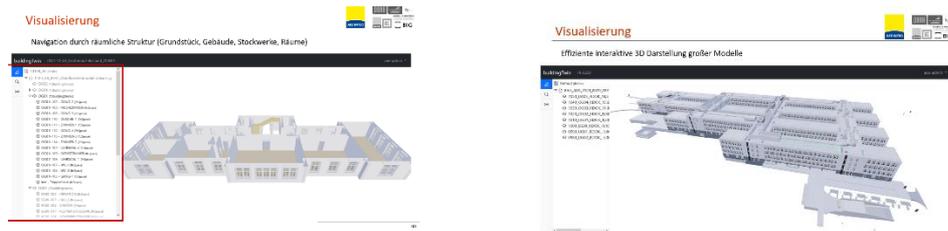


Abbildung 8: BIM-Datenimport aus unterschiedlicher Branchen-Software tools in die buildingwin.at Plattform

Berichtszeitraum 02 (zweites Projektjahr):

- Verwaltung von externen Dokumenten (Fotos, Dokumente, Listen) in der Plattform
- Optimierung des Extraktionsprozesses abgeschlossen

Berichtszeitraum 03 (drittes Projektjahr):

- Vereinfachung komplexer Geometrie bei Import
- Ausschließen einzelner Elemente von Import
- Datenimportmöglichkeit von 2D Plänen
- Ändern von Projekt-Eigenschaften
- Projekt Vorschau bild
- Berechtigungssystem (Backend)

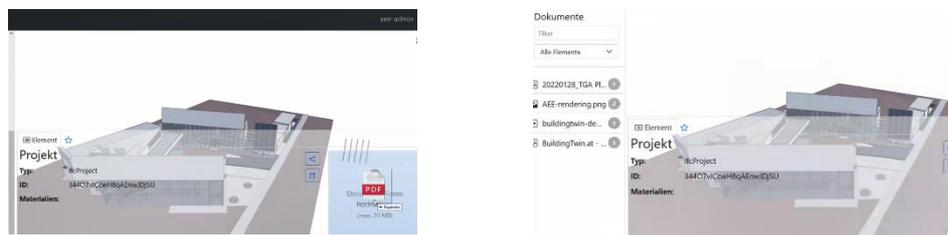


Abbildung 9: Verwaltung von externen Dokumenten (Fotos, Dokumente, Listen) in der Plattform

AP03: INTERFACES

Die wesentlichen Arbeiten dieses APs betrafen die Definition und Implementierung der Ein- und Ausgabeschnittstellen für die Integration von Betriebsdaten und Simulationsumgebungen. In den bisherigen Berichtszeiträumen lag der Fokus der Arbeiten auf:

Berichtszeitraum 01 (erstes Projektjahr):

- Editierbare Datenbanken / konfigurierbare Datenfelder / Datenupload / Datendownload
- Import Datenschnittstellen für Betriebsdaten (BMS, BEMS, IoT-Sensoren, OPC)
- Implementierung eines Webservice zum Empfang von Betriebsdaten
- Import/Export Datenschnittstellen für die Objekt-Dokumentation und CAFM Export Datenbanken, Archivierung, Excel

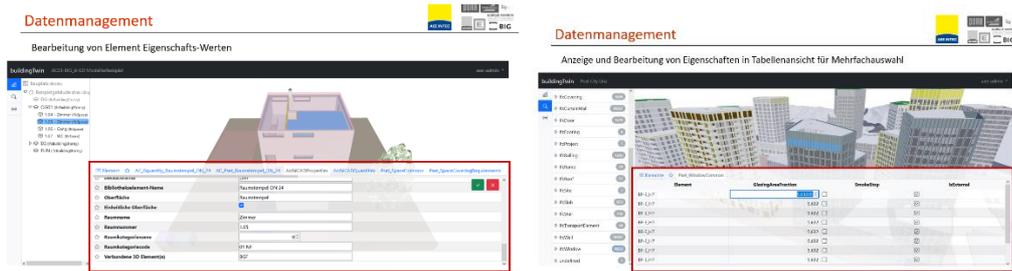


Abbildung 10: Editierbare Datenbanken / konfigurierbare Datenfelder - Darstellung von Element Eigenschafts-Gruppen und Eigenschafts-Werten

Berichtszeitraum 02 (zweites Projektjahr):

- Intuitive Filtermöglichkeiten nach Element-Typen (Obergruppen), Klassen, Stockwerke, Räume, Sensoren
- Verortete Darstellung eingebetteter Datenquellen und vereinfachte Datenanbindung, Zuweisung externer Daten in der 3D Umgebung
- Visuelle, intuitive Aufbereitung von Informationen zum Betriebszustand
- Eigenschaften Visualisierung von numerischen IFC Daten
- Erarbeitung eines Workflows für die Zusammenführung unterschiedlicher Modelle aus unterschiedlichen Fachdisziplinen
- Daten-Highlighter zur vereinfachten grafischen Darstellung
- Hierarchische Verortung und Verlinkung von BIM Elementen

Berichtszeitraum 03 (drittes Projektjahr):

- Excel Export von Attributen
- Schnittstellen für aktive Lüftungssteuerung
- Projekt Einstellungen
- Verbesserungen für Touch Bedienung (iPad)
- Schnelle Ansichten: ohne Decken/Wände, ohne Decken, Vollständig
- Isolieren von Elementen



Abbildung 11: Eigenschaften – Visualisierung und Zusammengeführte Modelle

AP04: Monitoring und Visualisierung

Folgende Tätigkeiten in Bezug auf die visuellen Darstellungen und Aufbereitung der räumlich verorteten Daten in der 3D-BIM Webplattform wurden ohne Abweichungen im Berichtszeitraum umgesetzt:

Berichtszeitraum 01 (erstes Projektjahr):

- Design und Implementierung einer Open-BIM digitalen Zwillingplattform als interaktive 3D-Webanwendung auf buildingtwin.at
- Implementierung von intuitiven Filtermöglichkeiten im Webviewer (Klassen, Stockwerke, Räume, Sensoren etc.)
- Konzeptioneller Entwurf für die verortete Darstellung eingebetteter Datenquellen (Raumtemperaturen, Energieverbrauch, Fensteröffnungen, Anwesenheiten etc.) in der digitalen Zwillingplattform

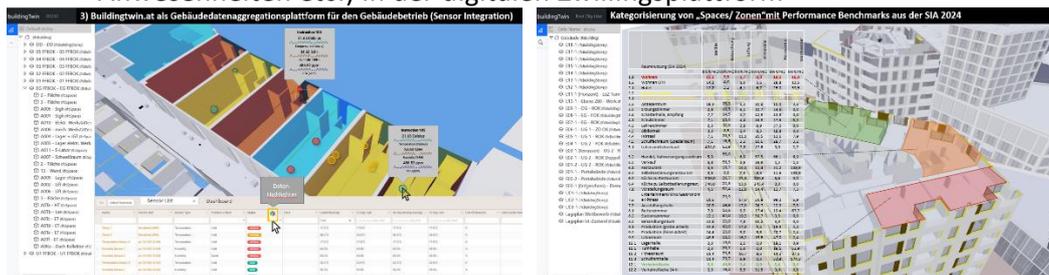


Abbildung 12: Konzeptioneller Entwurf für die Visualisierung von Sensordaten

Berichtszeitraum 02 (zweites Projektjahr):

- Einbindung einer Open-Source IoT-Plattform „ThingsBoard“ in die digitale Zwillingplattform
- Konzeption für Regelketten / Alarme; Dashboards für den Betriebszustand Alarmierung und Event-Reporting Einbindung Echtzeit-Sensorik Basisdaten (z.B. Temperaturen, Tür/Fensteröffnung, CO2, Anwesenheit)
- Import Datenschnittstellen für Betriebsdaten (BMS, BEMS, IoT-Sensoren, OPC)
- Schaffung der Grundlagen für Soll/Ist Vergleiche - Energiebenchmarking in Echtzeit
- Schnittstelle zu Wettervorhersagen



Abbildung 13: Einbindung einer Open-Source IoT-Plattform „ThingsBoard“ in die digitale Zwillingplattform

Berichtszeitraum 03 (drittes Projektjahr):

- Verortete 3D Beschriftungen mit Attribut-Werten
- Neue Projektübersicht mit Vorschau-Bildern
- Verbesserte Darstellung von Zeitreihendaten
- Legende für Visualisierungen, mit Möglichkeit Einstellungen zu ändern

AP05: Digitaler Zwilling Applikationen

- Digitale Zwillingsapplikationen (Tools) liegen vor
- Performance-Tracking über die Open-Source IoT-Plattform „ThingsBoard“
- Performance-Benchmarking Funktionen über die Open-Source IoT-Plattform „ThingsBoard“
- Anwendung und Evaluierung des BIM Betriebs-Monitorings in folgenden Use-Cases im Echtzeitbetrieb: PORR Bürogebäude, LIG Bürogebäude, Steirereck Pogusch)
- Aufbau und bidirektionaler Datentransfer eines mit Betriebsdaten kalibrierten Gebäudemodells des Testgebäudes inklusive Haustechnik (digitaler Zwilling)
- Konzeption der Funktionalitäten zur Einbindung von Nachunternehmern/ausführenden Unternehmen für die Umsetzung in der Plattform im dritten Projektjahr
- Intuitive Echtzeitaufbereitung zu Informationen zum Betriebszustand
- Verortete 3D Beschriftungen mit Attribut-Werten
- Verbesserte Darstellung von Zeitreihendaten
- Legende für Visualisierungen, mit Möglichkeit Einstellungen zu ändern

AP06: Prototypische Anwendung (Proof of Concept)

- Anwendung und Evaluierung des BIM Betriebsmonitorings Use-Cases im Echtzeitbetrieb u.a. PORR Bürogebäude, LIG Bürogebäude, Steirereck Pogusch
- Proof of Concept des Digitalen Zwillings anhand von über 25 Projekten

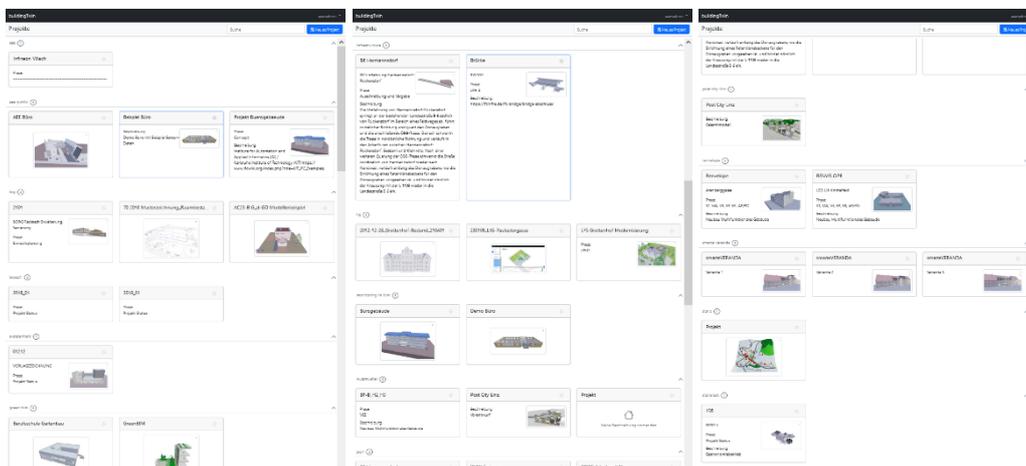


Abbildung 14: Stand der Webplattform - 25+ BIM Projekte online

AP07: Projektmanagement

Im Projektzeitraum wurden Meetings, die Kurzberichte für die ÖBV-Vorstandssitzungen, die kaufmännische Koordination und die Zwischensitzungen des Projektkonsortiums kontinuierlich abgehalten und entsprechend kommuniziert (Insgesamt 8 Meetings des Gesamtkonsortiums in der Projektlaufzeit). Darüber hinaus

fanden über 25 bilaterale Abstimmungsmeetings zwischen AEE und einzelnen Partnern statt.

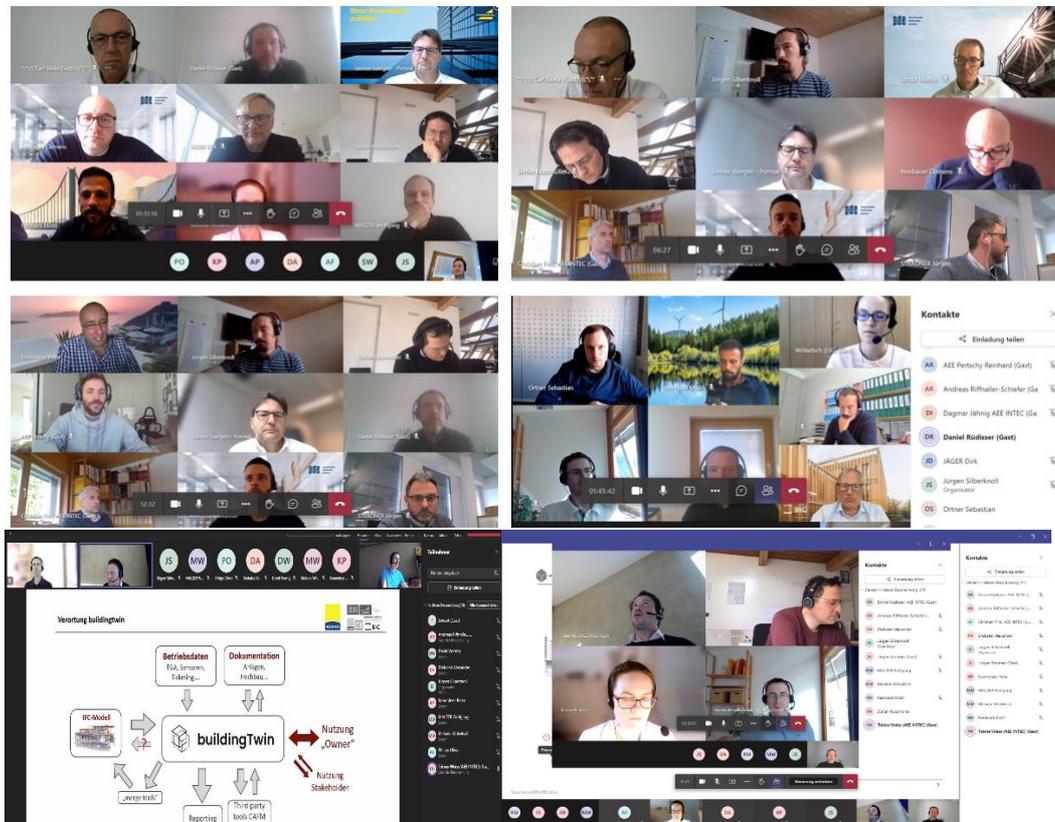


Abbildung 15: Projektmeetings mit Branchenvertreter*innen

3 PROJEKTEAM UND KOOPERATION

- Gab es wesentliche Veränderungen im Projektteam (interne Schlüsselmitarbeiter*innen und Dritteleister)?
- Bei Konsortialprojekten und Forschungsk Kooperationen: Beschreiben Sie die Zusammenarbeit im Konsortium.

Die im Projektantrag spezifizierten Methoden und Inhalte bestätigten sich im Projektverlauf. Es gab im dritten Projektjahr diesbezüglich keine nennenswerten Veränderungen welche eine Umplanung erforderlich gemacht hätten.

Das Projektteam hat sich bereits von Beginn an sehr gut entwickelt, die Zusammenarbeit zwischen den Projektpartner*innen funktionierte auf fachlicher und menschlicher Ebene sehr gut. Auch bezüglich der Arbeitsaufteilung betreffend gab es keine Änderungen. Alle Tasks in den jeweiligen Arbeitspakete konnten erfolgreich umgesetzt werden.

4 WIRTSCHAFTLICHE UND WISSENSCHAFTLICHE VERWERTUNG

- Beschreiben Sie die bisherigen Verwertungs- bzw. Weiterverbreitungsaktivitäten. Ist eine Verwertung möglich?
- Listen Sie Publikationen, Dissertationen, Diplomarbeiten sowie etwaige Patentmeldungen, die aus dem Projekt entstanden sind, auf.
- Welche weiterführenden F&E-Aktivitäten sind geplant?
- Wie werden die im Projekt geschaffenen Prototypen weiterverwendet?

Liste der Publikationen im 1. Projektjahr:

- 04/21 Social Media Posts zum Kickoff auf Twitter und LinkedIn
- 04/21 ACR Stories – Digitaler Zwilling (ACR-Website, ACR-Newsletter)
- 05/21 Launch der Website buildingtwin.at mit laufenden Newsbeiträgen
- 05/21 Projektvorstellung in der Zeitschrift „Nachhaltige Technologien“
- 08/21 ausführlicher Artikel in der Zeitschrift „Nachhaltige Technologien“
- 09/21 Artikel über buildingtwin.at im TGA Planerhandbuch 2021
- 02/22 1. Projekt-Newsletter-Beitrag

Liste der Publikationen im 2. Projektjahr:

- 03/22 Vortrag von Buildingtwin im IEA Annex 81 ‘Data Driven Smart Buildings’ Research Webinar #5
- 03/22 Impulsvortrag beim GreenTech Innovators Club - Titel Tracking Buildings Betriebsoptimierung mit digitalen Gebäudezwillingen
- 03/23 Artikel über Buildingtwin in Zeitschrift Nachhaltige Technologien 02/2023

Liste der Publikationen im 3. Projektjahr:

- 09/23 Eingereichter Abstract bei dem ÖBV-Baukongress 2024
- 10/23 Vortrag bei den IMPACT Days
- 10/23 Abstract bei ISEC 2024
- 11/23 Vortrag bei Insight Innovation
- 02/24 Einreichung Full-Paper für ISEC 2024

Durch die Herausgabe von Berichten in Printmedien (BAUTECHNIK, BAUINGENIEUR, STAHL-BAU, etc.), aber auch auf der ÖBV-Website bzw. der Website des Österreichischen Stahlbauverbandes, Seminare (BETONAKADEMIE, etc.) und Kongresse (BAUKONGRESS, ISEC, etc.) unterstützt die ÖBV wesentlich die Verbreitung der aus den FFG-Projekten gewonnenen Ergebnisse.

Weiterführende F&E-Aktivitäten:

Einreichung des Folgeantrags für das 4. Projektjahr

Verwertungsaktivitäten

Wesentlich für den Projekterfolg ist es, die Baubranche in das Vorhaben stark einzubeziehen, um deren Bedürfnisse im Blick zu behalten und die spätere praktische Nutzung der Projektergebnisse sicher zu stellen. Aus diesem Grund gibt es regen Austausch im Projektkonsortium bestehend aus relevanten Branchenvertreter*innen der Bau, Immobilien und Gebäudetechnikbranche. Wichtig war es, die relevanten BIM-Workflows und Regelwerke frühzeitig in der Entwicklung zu berücksichtigen. Die Ergebnisse dieses vorwettbewerblichen Projekts stehen dabei allen Interessierten der Branche zur breiten Nutzung zur Verfügung. Im letzten Projektjahr wurde die zukünftige Verwertungsstrategie der Ergebnisse gemeinsam mit den Projektpartner: innen und Branchenvertreter: innen erarbeitet.

5 ERLÄUTERUNG ZU KOSTEN UND FINANZIERUNG

Beschreiben und begründen Sie wesentliche aufgetretene Abweichungen vom Kostenplan.

Die Rechnungen wurden im E-Call hochgeladen. Es gibt keine Abweichung vom ursprünglich im Antrag dargelegten Kostenplan / Dienstleistungsangebot.

Die intensive Forschungsarbeit und der produktive Austausch zwischen allen Projektpartnerinnen und -partnern haben jedoch zusätzliche Forschungsthemen ans Licht gebracht, die direkt an die bisherigen Arbeiten des Projekts anknüpfen. Damit diese zusätzlichen Forschungsfragestellungen möglichst Kosten- und Ressourceneffizient mit den existierenden Projektstrukturen untersucht werden können, wurde bereits in einem Neuantrag und im Zwischenbericht des dritten Projektjahres um eine Verlängerung des Förderzeitraums um 1 Jahr, bis zum 31.03.2025 angesucht.

Die Verlängerung des Projekts um ein 4. Projektjahr ermöglicht es uns, die zusätzlichen Ziele innerhalb des erweiterten Förderzeitraums mit dem bestehenden Projektteam zu realisieren.

6 PROJEKTSPEZIFISCHE SONDERBEDINGUNGEN UND AUFLAGEN

Falls im Förderungsvertrag projektspezifische Sonderbedingungen und Auflagen vereinbart wurden, gehen Sie bitte konkret auf die Erfüllung der noch offenen Sonderbedingungen und Auflagen ein.

Schriftliche Nachweise können im eCall hochgeladen werden.

Die Projektergebnisse sind zu veröffentlichen. Die Veröffentlichungsschrift ist dem Endbericht beizulegen.

Die Projektergebnisse stehen unter https://www.bautechnik.pro/Arbeitskreise/forschung#aktive_f der gesamten Branche sowie allen Interessierten zur Verfügung.

7 MELDUNGSPFLICHTIGE EREIGNISSE

Gibt es besondere Ereignisse rund um das geförderte Projekt, die der FFG mitzuteilen sind? Beispielsweise

- Änderungen der rechtlichen und wirtschaftlichen Einflussmöglichkeiten bei den Fördernehmer*innen,
- Insolvenzverfahren,
- Ereignisse, die die Durchführung der geförderten Leistung verzögern oder unmöglich machen,
- Weitere Förderungen für die im Projekt abgerechneten Kosten (Mehrfachförderung).

Es liegen keine meldepflichtigen Ereignisse vor.