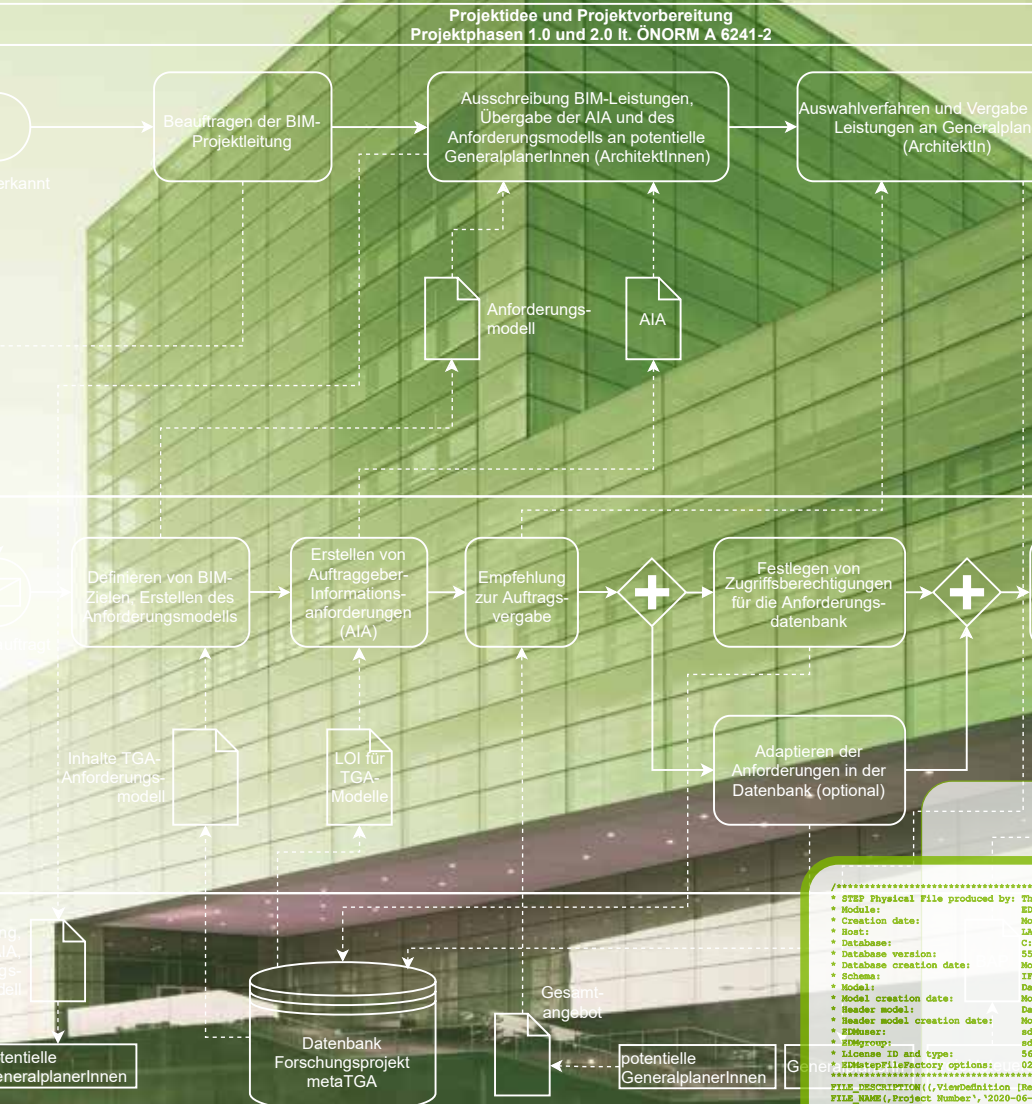


μετάTGA



```

*****
* STEP Physical File produced by: The EXPRESS Data Manager Version 5.02.0100.07 : 28 Aug 2013
* Module: EDMapFileFactory/EDMapstandalone
* Creation date: Mon Jun 22 15:51:16 2020
* Host: LAPTOP
* Database: C:\Users\life
* Database version: 5507
* Database creation date: Mon Jun 22 15:49:56 2020
* Schema: IF4
* Model: DataRepository.ifc
* Model creation date: Mon Jun 22 15:49:57 2020
* Header model: DataRepository.ifc HeaderModel
* Header model creation date: Mon Jun 22 15:49:57 2020
* EDUser: sdai-user
* EDGroup: sdai-group
* License ID and type: 5605 : Permanent license, Expiry date: 020000
*****
FILE DESCRIPTION (ViewDefinition (ReferenceView_V1.1)) '213'
FILE_NAME('Project Number', '2020-06-22T15:51:16', (, ), (, )) 'The EXPRESS Data Manager Version 5.02.0
: 28 Aug 2013', '20190327_2315(m64) - Exporter 20.0.0.377 - Alternativ-UI 20.0.0.377', '')
FILE_SCHEMA(('', IPC4'));
ENDSEC;

DATA;
#1= IFCORGANIZATION(0, 'Autodesk Revit 2020 (DEU)', 0, 0, 0);
#5= IFCCAPPLICATION(#1, '2020', 'Autodesk Revit 2020 (DEU)', 'Revit');
#6= IFCCARTESIANPOINT((0, 0, 0));
#10= IFCCARTESIANVECTOR((0, 0, 0));
#12= IFCDIRECTION((1, 0, 0));
#14= IFCDIRECTION((-1, 0, 0));
#16= IFCDIRECTION((0, 1, 0));
#18= IFCDIRECTION((0, -1, 0));
#20= IFCDIRECTION((0, 0, 1));
  
```

metaTGA
Metadaten und Prozessmodelle für openBIM in der TGA

Impressum

Hauptautoren

Stefan Hauer², Julian Murschetz¹, Aurelien Bres², Michael Monsberger¹, Christoph Urschler³, Katharina Scherr³, Georg Brandauer⁴, Manuel Ziegler⁴, Florian Spitzer⁴, Christoph Eichler⁵, Hannes Asmera⁵

Mit einem Beitrag von

Alfred Waschl
buildingSMART Austria

Projektleitung

Michael Monsberger
Institut für Bauphysik, Gebäudetechnik und Hochbau
Technische Universität Graz

Grafik und Layout

Stefan Hauer² und Theresa Fink²

Wien, März 2021

Kontakt

Michael Monsberger¹, michael.monsberger@tugraz.at
Stefan Hauer², stefan.hauer@ait.ac.at
Julian Murschetz¹, murschetz@tugraz.at

Konsortium

Technische Universität Graz – Institut für Bauphysik, Gebäudetechnik und Hochbau¹

AIT Austrian Institute of Technology GmbH²

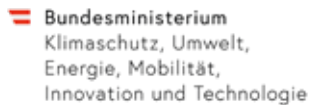
TBH Ingenieur GmbH³

Allplan GmbH⁴

ODE office for digital engineering⁵



Das Forschungsprojekt metaTGA (FFG 861729) wird durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft im Rahmen der 4. „Stadt der Zukunft“-Ausschreibung unterstützt. „Stadt der Zukunft“ ist ein Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Es wird im Auftrag des BMK von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft gemeinsam mit der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH und der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik ÖGUT abgewickelt.



Inhaltsverzeichnis

1

Executive Summary 6

Das Forschungsprojekt metaTGA 12

Vorwort 8

Ambitionierte Ziele für die TGA-Branche 15
Zeitlicher metaTGA-Projektlauf 16

2

**BIM-Einführungstipps
aus der Praxis 18**

Tipps und Erfahrungen zur BIM-Einführung 20
BIM-Herausforderungen 24
BIM-Vorteile 26

3

**Entwicklung standardisierter
TGA-Komponentenmodelle 28**

Modellierungsprozess metaTGA 30
Prozessmodelle metaTGA 42



4

**Verfügbare
metaTGA-Komponentenmodelle 44**

5

**Erkenntnisse aus der Evaluierung
des metaTGA-Prozesses 48**

MetaTGA-Modellierungsprozess 50

6

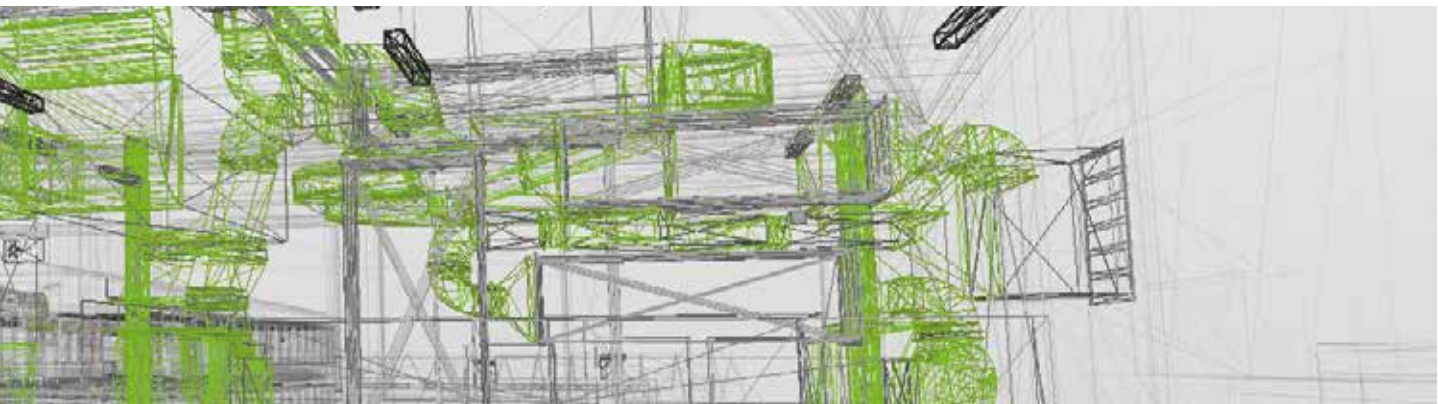
Was hat es gebracht? 52

Vorteile 54
Herausforderungen 55

7

Verfügbare Ergebnisse 60

Danksagung 64



Executive Summary

Mit dem Green Deal¹ wurde von der Europäischen Kommission 2019 die Zielsetzung beschlossen, bis 2050 Treibhausgasneutralität zu erreichen. Es obliegt den EU-Mitgliedsländern, die Ziele des Green Deals mit nationalen Initiativen zu erreichen. Eine wichtige Stellschraube zur Zielerreichung ist der Gebäudesektor. Allein die Beheizung und Klimatisierung von Gebäuden war in Österreich 2019 nach Angaben der Statistik Austria² für 26% des österreichischen Endenergiebedarfs verantwortlich. Der Megatrend „Digitalisierung“ wird in diesem Zusammenhang von der Europäischen Kommission als wesentliche Säule zur Realisierung ihrer Ziele gesehen: „Digitale Technologien sind eine entscheidende Voraussetzung für die Verwirklichung der Nachhaltigkeitsziele des Grünen Deals in vielen verschiedenen Sektoren.“¹

Die Digitalisierung des Gebäudesektors durch Methoden wie Building Information Modeling (BIM) beeinflusst mittel- bis langfristig die Arbeit aller AkteurInnen entlang der Wertschöpfungskette der Bau- und Immobilienwirtschaft.

Die technische Gebäudeausrüstung (TGA) spielt in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle, da die Qualität der TGA-Planung und -Ausführung wesentlich für den Energieverbrauch sowie die Nutzungsqualität und damit auch für die Nachhaltigkeit eines Gebäudes mitverantwortlich ist. Eine umfassende und über mehrere Projektphasen hinweg durchgängige Anwendung von openBIM-Modellen ist in der technischen Gebäudeausrüstung aktuell nur sehr eingeschränkt in der Praxis zu finden.

¹ [Ein europäischer Grüner Deal](#)

² [Statistik Austria - Energiebilanzen](#)



„Digitale Technologien sind eine entscheidende Voraussetzung für die Verwirklichung der Nachhaltigkeitsziele des Grünen Deals in vielen verschiedenen Sektoren.“

Green Deal (EU)

Das Ziel des Forschungsprojektes metaTGA bestand darin, eine Methodik für die Erhebung und Strukturierung von Metadaten sowie Prozessmodelle für deren Anwendung anhand ausgewählter TGA-Systeme zu entwickeln und diese exemplarisch anzuwenden. Der Schwerpunkt lag dabei auf erneuerbaren Heizungssystemen und der Lüftungstechnik. Diese Technologien leisten einen wichtigen Beitrag zum Bauen nachhaltiger, effizienter Gebäude und spielen damit eine wesentliche Rolle zur Erreichung der Treibhausgasneutralität des österreichischen Gebäudesektors bis 2050.

Mit der vorliegenden Broschüre zeigt das Projektteam einen Weg auf, openBIM-fähige TGA-Modelle zu erstellen und anzuwenden. In den einzelnen Kapiteln finden Sie eine detailliert beschriebene Methodik zur Erhebung von Metadaten und eine Prozessbeschreibung für deren praktische Anwendung in Projekten. Des Weiteren sind in der Broschüre die im Zuge des Projekts gesammelten Erfahrungen und Lessons Learned aus der beispielhaften Anwendung der entwickelten Methode bzw. der verwendeten Werkzeuge zusammengefasst. Darüber hinaus erfahren Sie, wie Sie auf die im Zuge des Projekts entwickelten Metadaten und Prozessmodelle zugreifen können. Über 50 Datensätze für Heizungs- und Lüftungskomponenten sowie BPMN-Prozessmodelle zu deren Anwendung in BIM-Projekten sind verfügbar.

Vorwort

Alfred Waschl zur Digitalisierung in der Baubranche

BIM als Teil der digitalen Transformation

Das im Rahmen des FFG-Förderprogramms „Stadt der Zukunft“ national durchgeführte Forschungsprojekt „Metadaten und Prozessmodelle für openBIM in der TGA“ (metaTGA) verfolgt unter anderem folgende Zielsetzung:

... eine Methodik für die Erhebung und Strukturierung von Metadaten sowie Prozessmodellen zu konzipieren und diese zur Modellierung ausgewählter TGA-Systeme exemplarisch anzuwenden ...

Diese Zielsetzung führte dazu, dass in diesem Projekt wichtige zukunftsweisende Themenbereiche wie digitale Transformation, Building Information Modeling (BIM) und technische Gebäudeausrüstung (TGA) systemimmanent sind und dass das Projekt und dessen Ergebnisse zur Weiterentwicklung dieser Bereiche beiträgt. Die große Bedeutung dieser Themenfelder wird durch eine einführende Betrachtung nachfolgend näher erläutert.

Die digitale Transformation

Der digitale Wandel in unserem Leben erzeugt aktuell zunehmend Druck auf alle Arten von Organisationen, ihre Leistungen und Prozesse zeit- und ortsunabhängig für Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen verfügbar zu machen. Das ist natürlich nicht mit der Programmierung einiger Apps oder Webseiten allein zu leisten, vielmehr müssen alle Prozesse und Leistungen der jeweiligen Organisation hinterfragt und neu gedacht werden. Diese (notwendige) Veränderung bringt aber für manche festgefahrene Hierarchie, diverse eingeführte Regeln bzw. lange definierte Aufgabenbereiche etc. markante Veränderungen mit sich, die wegen der komplexen Usability die Nutzungssicherheit der handelnden Personen oft nicht erhöhen.

Daher umfasst Digitalisierung weit mehr wichtige Themen, die über Maßnahmen der Effizienzsteigerung hinausgehen, wie zum Beispiel:

- Gewinnung, Verarbeitung und Nutzung von Daten in Echtzeit,
- Datendurchgängigkeit sowie
- Kundenorientierung und darauf aufbauende
- moderne Kommunikationskonzepte.

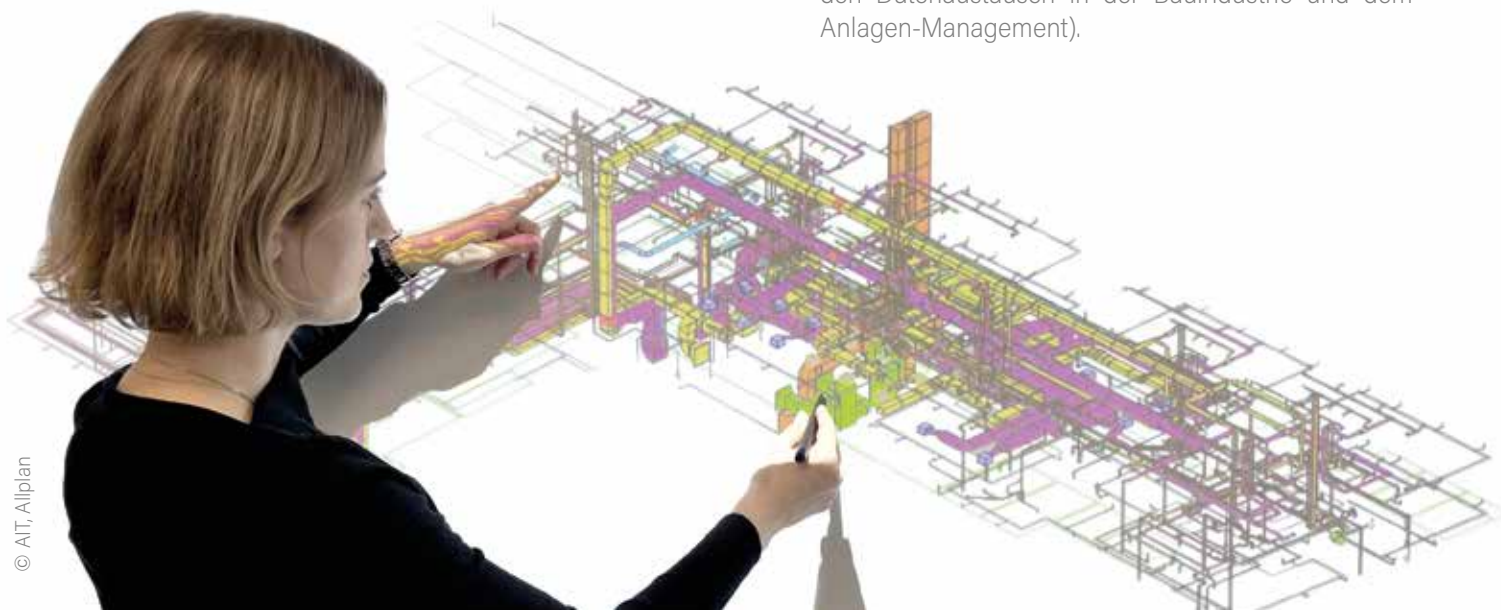
Somit betrachtet die digitale Transformation die gesamte Prozesskette beginnend beim Kunden (AuftraggeberInnen) bis zum ausführenden Unternehmen und wieder zurück und verwendet dabei Methoden der Digitalisierung, welche bislang im weitesten Sinne eine reine Umwandlung von analogen Daten in eine elektronische Form bedeuteten. Digitale Transformation ist aber mehr und lässt sich mit folgenden Key Facts zusammenfassen:

- Beginnt und endet bei den Menschen und Abläufen und nicht bei der Hardware
- Betrifft ausnahmslos alle Bereiche einer Organisation
- Ist nicht gleich Digitalisierung, sondern wesentlich umfassender
- Ist kein Projekt oder Programm, sondern Unternehmenskultur
- Ist kein (ausschließliches) IT-Thema
- Ist vor allem ein Managementthema
- Ist ein Thema, das vom Management mitgetragen werden muss

Building Information Modeling

Der Einsatz der Methodik Building Information Modeling (BIM) stellt einen fundamentalen Technologiesprung in der Bau- und Immobilienwirtschaft dar, der mittel- bis langfristig Auswirkungen auf alle AkteurInnen entlang der Wertschöpfungskette der Bau- und Immobilienwirtschaft haben wird. BIM bezieht sich auf den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes. Der Mehrwert von BIM ist der Wettbewerbsvorteil in Bezug auf Transparenz, Datenbelastbarkeit, Modernität, Compliance und Geschwindigkeit.

Die Methodik BIM agiert in der effizientesten Form mit offenen Datenformaten wie IFC. Die Abkürzung steht für Industry Foundation Classes (IFC) und bezeichnet einen primären, weltweiten, offenen Standard für den Datenaustausch in der Bauindustrie. Entwickelt wurde der IFC-Standard von buildingSMART, unter deren Federführung er auch (weiter-)entwickelt wird. Aktuell liegt er in der Version IFC 4 vor. Seit diesem Versionsstandard ist IFC ein offizieller ISO-Standard (ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und dem Anlagen-Management).



Seit der Gründung von buildingSMART International im Jahr 1995 bemüht sich die Non-Profit-Organisation um die Standardisierung des Datenaustauschs im Rahmen von Prozessen des Planens, Bauens und Betriebens von Gebäuden und Infrastruktur. Als Dachorganisation vereint sie regionale Chapter aus der ganzen Welt; das österreichische Chapter wird durch den Verein buildingSMART Austria (bSAT) koordiniert. Aktive Mitglieder kommen von Architektur- und Planungsbüros, ausführenden Firmen, Bildungseinrichtungen, Normungsorganisationen, SoftwareentwicklerInnen oder auch von Bauproduktherstellern. Dadurch kann ein breites Meinungsbild zu aktuellen Fragen eingeholt werden. Des Weiteren können die Grundprinzipien bei der Standardisierung gewährleistet werden: Offenheit, Neutralität und Relevanz.

Diese Prinzipien sollten grundsätzlich mit dem Synonym BIM einhergehen, wodurch eine hohe Ergebnisqualität erzielt werden kann. Das heißt, Offenheit (offene Standards) zu beliebigen AkteurInnen, Neutralität bei den verwendeten Modellansätzen (IFC) und Kommunikation (openBIM-Methodik) tragen wesentlich zum Erfolg in Building Information Modeling bei.

Technische Gebäudeausrüstung

Die technische Gebäudeausrüstung (TGA) hat sich in den letzten Jahrzehnten in vielerlei Hinsicht ganz markant entwickelt. Einer der wesentlichsten Punkte ist, dass sie in der Errichtung immer öfter nahe an den 50% der Errichtungskosten liegt und dass ihre technische Komplexität immer größer wird. Die TGA-Ausstattung ist für den – meist mehr als 30 Jahre dauernden – kostenintensiven Betrieb des Gebäudes von hoher technischer und kaufmännischer Relevanz.



Alfred Waschl
buildingSMART Austria

Das Forschungsprojekt metaTGA

1



Das Forschungsprojekt metaTGA

Die Digitalisierung der Baubranche wurde in den letzten Jahren stetig vorangetrieben. Building Information Modeling (BIM) ist in der Branche bereits allgemein bekannt und sozusagen „Stand der Technik“ in Hoch-, Tief- bzw. Infrastrukturbauprojekten.

Vor diesem Hintergrund haben sich in den letzten Jahren zahlreiche Best-Practice-Projekte ergeben, in denen BIM eingesetzt und gelebt wurde. Viele dieser Projekte wurden vorrangig als closedBIM-Projekte umgesetzt. ClosedBIM bedeutet, dass Gebäude-Modelle in ein und derselben Softwareumgebung erstellt und weiterbearbeitet werden. Die auf diesem Wege erstellten Modelle liegen nur in proprietären Dateiformaten vor und können nicht mit Fremdsoftware gelesen bzw. bearbeitet werden. Begründet ist diese bis dato in vielen Projekten gelebte Praxis darin, dass der viel beklagte „Informationsverlust“ bei openBIM-Projekten vor allem in der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) nach wie vor existiert.

Dieser Informationsverlust wird in der Regel durch zweierlei Ursachen ausgelöst: einerseits unzureichende Import- bzw. Exportfunktionen unterschiedlicher Softwareanbieter, andererseits unzureichende Merkmaltiefe offener BIM-Standards, wie Industry Foundation Classes (IFC).

Somit ist derzeit eine konsistente und datenverlustfreie BIM-Planung gebäudetechnischer Anlagen meist nur in closedBIM-Projekten bzw. nur mit erfahrenen BIM-AkteurInnen mit IFC möglich.

Für openBIM speziell in der TGA ist es somit unerlässlich, dass offene Austauschformate wie IFC leistungsstärker werden und TGA-Komponenten für den gesamten Lebenszyklus vollständig beschreiben können. Stakeholder-Befragungen im Jahr 2017/2018 haben gezeigt, dass dies in der Praxis nicht möglich ist und aktuell immer noch eines der größten Hemmnisse in der Verwendung von IFC darstellt. Diesem Problem nahm sich das nationale Forschungsprojekt „Metadaten und Prozessmodelle für openBIM in der TGA“ (metaTGA) an, indem es Metadaten und Prozessmodelle entwickelte, welche eine vollständige Beschreibung ausgewählter TGA-Komponenten über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes ermöglichen und deren Anwendung im digitalen Gebäudemodell standardisieren.

Das interdisziplinäre Forschungsteam, bestehend aus TGA-Planungsbüros, einem BIM-Beratungsunternehmen und Forschungsinstituten, hat seit 2018 intensiv an diesen Problemstellungen gearbeitet, wobei die im Folgenden angeführten projektspezifischen Ziele verfolgt wurden.

Ambitionierte Ziele für die TGA-Branche



Es wurden Metadaten und Prozessmodelle für ausgewählte TGA-Komponenten (fokussiert auf erneuerbare Energietechnologien) für den gesamten „Lebenszyklus“ eines Gebäudes erstellt.

Dadurch wird auf die Steigerung der Leistungsfähigkeit offener Datenaustauschformate, insbesondere IFC, für die technische Gebäudeausrüstung abgezielt.



Stakeholder wurden kontinuierlich mittels Interviews, Workshops und technischer Zusammenarbeit eingebunden.

Dadurch soll die Akzeptanz der Lösung gesteigert werden.



Die entwickelten Prozesse wurden möglichst universell ausgelegt, um diese Methoden auch in anderen Gewerken/Domänen im Bauwesen nutzen zu können.

Dadurch soll es zu einer Steigerung des Digitalisierungsgrades in der TGA-Branche bzw. im Bausektor kommen.

Zeitlicher metaTGA-Projektlauf



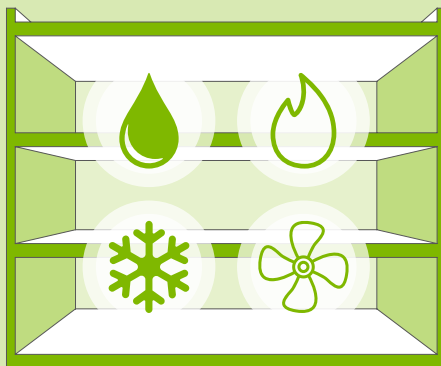
Anforderungsermittlung

Praxisrelevante Anforderungen wurden mit Instrumenten wie Workshops und Interviews von Stakeholdern eingeholt.



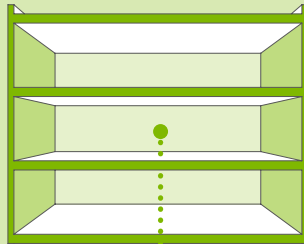
metaTGA-Daten und -Phasenmodelle

Anhand eines Parameterscreenings unterschiedlicher Quellen wurden Metadaten und Phasenmodelle je TGA-Komponente erstellt.



TGA-Komponentenauswahl

Es wurden 56 Komponenten für Standardheizanlagen und Standardlüftungsanlagen (von Erzeugung, Verteilung, Abgabe) für die metaTGA-Modellierung ausgewählt.



Validierung an Demonstrationsobjekten

Die metaTGA-Modelle wurden anhand von realen Demonstrationsobjekten validiert und die gewonnenen Erkenntnisse in die metaTGA-Modelle rückgeführt.



Q3

Q4

Q1

Q2

Q3

Q4

2020

metaTGA



BIM-Implementierung

Alle metaTGA-Modelle wurden in einer geeigneten BIM-Plattform definiert und liegen zur Verwendung in BIM-Projekten bereit.



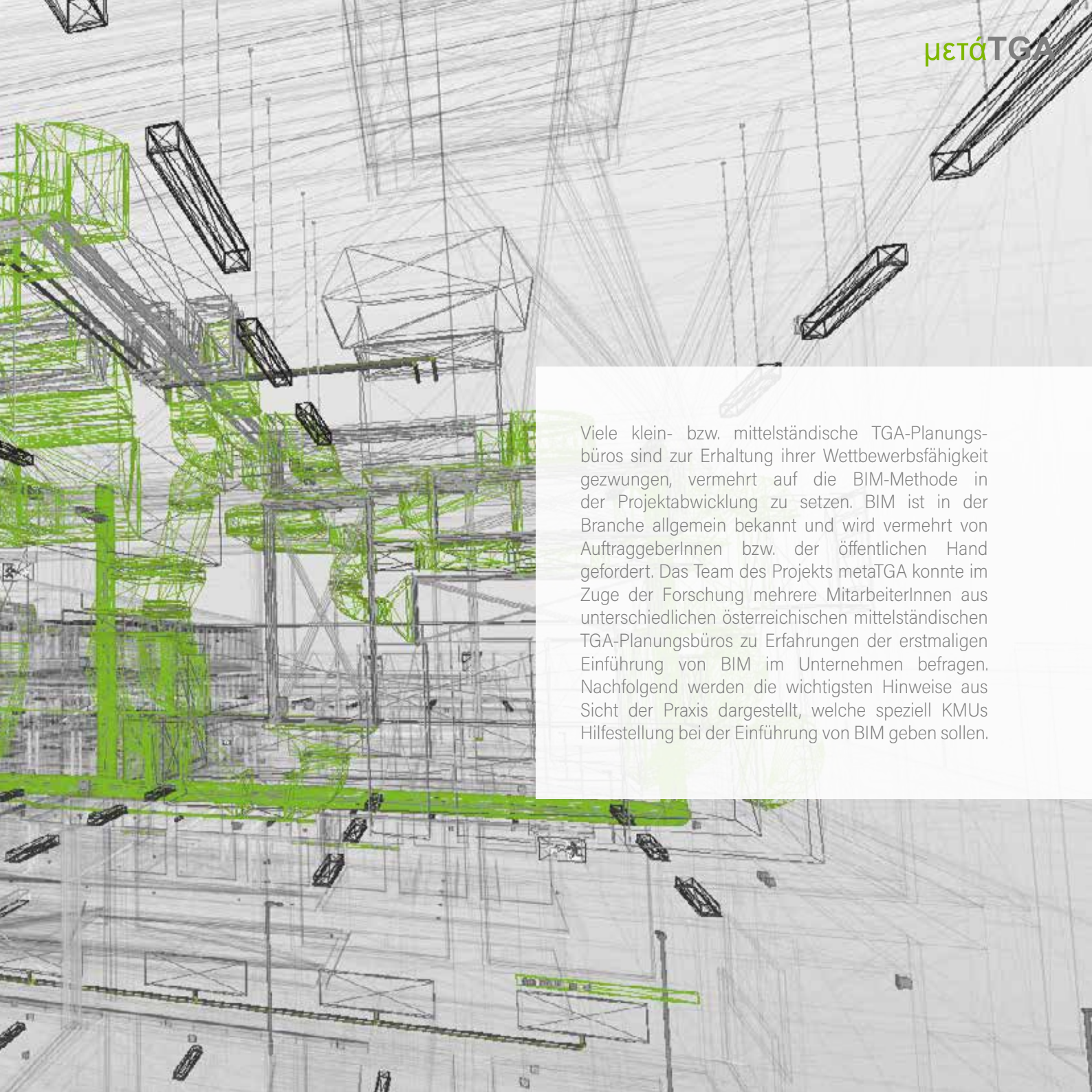
Disseminierung

Finale metaTGA-Ergebnisse wurden zur weiteren Verwendung publiziert. Dies beinhaltet alle Metadaten und Prozessmodelle und ergänzende Dokumente.



BIM-Einführungstipps aus der Praxis

2



Viele klein- bzw. mittelständische TGA-Planungsbüros sind zur Erhaltung ihrer Wettbewerbsfähigkeit gezwungen, vermehrt auf die BIM-Methode in der Projektabwicklung zu setzen. BIM ist in der Branche allgemein bekannt und wird vermehrt von AuftraggeberInnen bzw. der öffentlichen Hand gefordert. Das Team des Projekts metaTGA konnte im Zuge der Forschung mehrere MitarbeiterInnen aus unterschiedlichen österreichischen mittelständischen TGA-Planungsbüros zu Erfahrungen der erstmaligen Einführung von BIM im Unternehmen befragen. Nachfolgend werden die wichtigsten Hinweise aus Sicht der Praxis dargestellt, welche speziell KMUs Hilfestellung bei der Einführung von BIM geben sollen.

BIM-Einführungstipps aus der Praxis

Tipps und Erfahrungen zur BIM-Einführung

„Die Einführung von BIM unbedingt im Zuge eines (kleinen) realen Bauprojekts starten! Eine rein theoretische Einführung/Überlegungen führt nicht zum gewünschten Erfolg.“

„Als praktikabel hat sich die BIM-Einführung parallel zur klassischen Planung herausgestellt. Schulungen bzw. die Inanspruchnahme von Consultingleistungen unterstützen den Prozess. Teams sollten sich ‚schrittweise herantasten‘.“

„Es ist hilfreich, einen ‚BIM Einführungsplan‘ für ein kleines Bauprojekt (zeitlich und inhaltlich) zu überlegen.“

„Der Mehraufwand im Vergleich zur konventionellen Planung sollte nicht unterschätzt werden, man hat zwar zu Beginn höheren Aufwand, dafür nachher weniger Probleme/Fehler.“

„Wenn BIM eingespielt im Büro funktioniert, werden Mehraufwendungen über Projekte abgebaut und man wird unterm Strich wieder effizienter.“

„Es sollte im Vorhinein geklärt werden, ab welcher Projektphase und in welchem Ausmaß BIM eingeführt wird. Ab wann macht es am meisten Sinn? Um Interpretationsspielraum zu vermeiden, muss dies vertraglich festgehalten werden. Stichwort Auftraggeber-Informationsanforderung (AIA) sowie BIM-Abwicklungsplan (BAP).“

„BIM reduziert das Planungsrisiko, erhöht die Transparenz und steigert die Effizienz. Es steigert die Qualität, jedoch wird es nicht günstiger. Es entstehen Mehraufwände, welche abgegolten werden sollten. Vertragliche Anpassungen könnten hier unterstützen.“



„Bei der BIM-Einführung sollte firmenintern kritisch hinterfragt werden: ‚Was können wir derzeit, was wollen wir, wie kommen wir dorthin?‘ Bei Wissenslücken sollte die Vorgehensweise vergleichbarer Unternehmen in Erfahrung gebracht werden bzw. Consultingleistung einbezogen werden.“

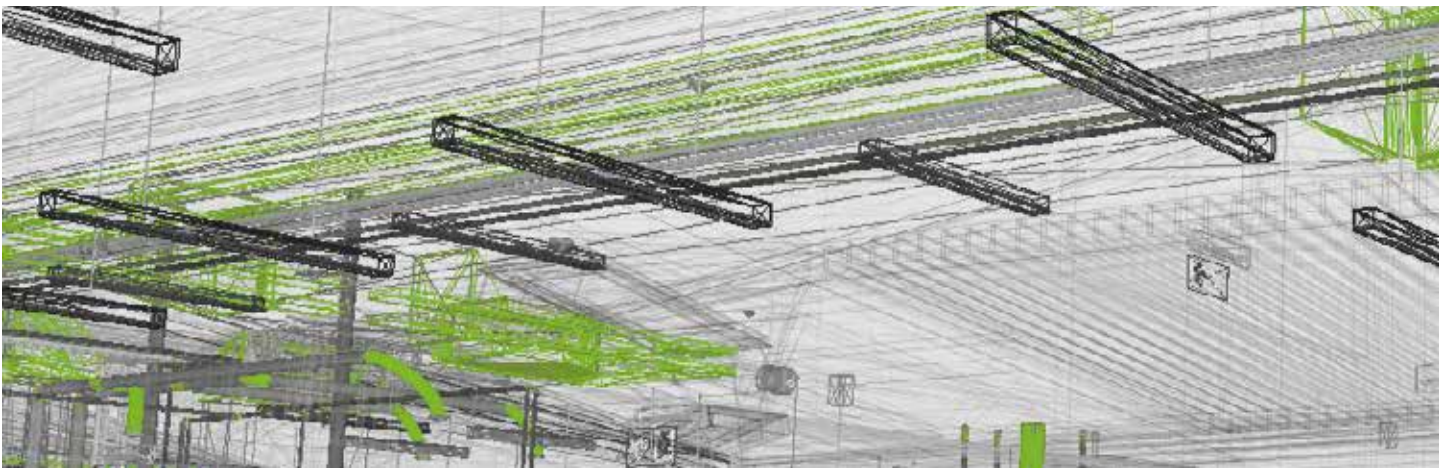
„Früh beginnen, nicht von Hörensagen beeinflussen lassen, ALLE Prozesse im Unternehmen hinterfragen und neu erfinden! Die Schaffung von internen (neuen) Abläufen ist sehr wichtig.“

„Ein wesentliches Problem ist, dass viele PlanerInnen nicht die volle Funktionalität der BIM-Software nutzen. Vieles wird manuell modelliert – Automatisierung fehlt oft.“

„Die Überzeugung und Integration der MitarbeiterInnen in den BIM-Prozess ist am wichtigsten. MitarbeiterInnen muss die ‚Angst‘ vor BIM genommen werden. Jedes Team muss überzeugt werden, was für Vorteile durch BIM entstehen, alle im Unternehmen müssen es wollen, somit ist viel Überzeugungsarbeit vorprogrammiert.“

„Viele KundInnen wissen wenig über die Vorzüge, Funktionsweise und Voraussetzungen von BIM. Daher ist es notwendig, mehr Informationen und Aufklärung für AuftraggeberInnen in der Branche zur Verfügung zu stellen.“

„Die Wahl der richtigen BIM-Software erfordert Zeit. Wichtige Funktionen (Konstruktionshandhabung) sollten von MitarbeiterInnen selbst, vor der Entscheidung für eine Softwareumgebung, getestet werden. Consultingleistung von neutralen AnbieterInnen kann unterstützend in Anspruch genommen werden.“

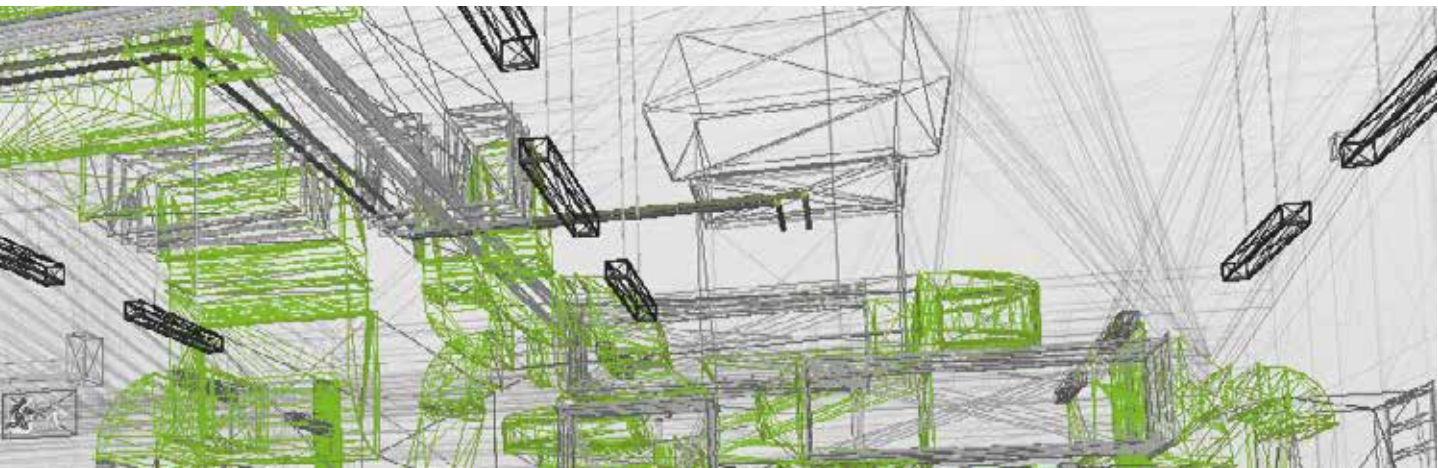


„Je nach Größe des Unternehmens und Möglichkeit sollte eine Stelle geschaffen werden, welche nur für die Pflege interner BIM-Standards verantwortlich ist. Wichtig ist, dass diese Stelle mit Personen besetzt wird, welche auch Projekterfahrung unterschiedlicher Projektgrößen haben.“

„Eine Herausforderung von BIM besteht darin, dass für die BIM-Modellierung der TGA sehr früh ein hoher Detaillierungsgrad erforderlich ist, um ein funktionierendes TGA-System zu konzipieren. Nur oberflächliches Modellieren ist nicht zielführend. Daher sind gute Modelle im Sinne von qualitativ aussagekräftigen Parametern essenziell.“

„Modelle sollen so konzeptioniert werden, dass die Dateien einerseits klein sind, andererseits jedoch alle notwendigen Parameter beinhalten. Einsparungspotenzial bietet beispielsweise die geometrische Darstellung durch Vereinfachung der geometrischen Details oder die Möglichkeit, auf Datenblätter als Anhänge zu verweisen.“

„Beim Aufbau von IFC-Kompetenz (Datenaustausch, Modellkoordination etc.) helfen Kurse, Schulungen oder Consultingleistungen.“



BIM-Herausforderungen

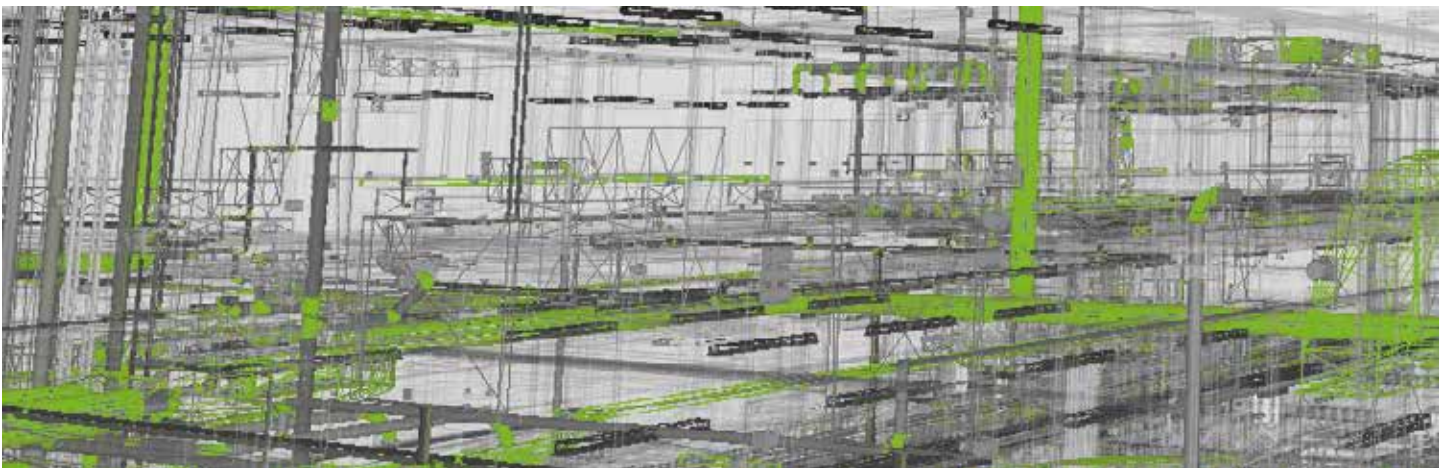
„Ein Umdenken im Planungsprozess muss stattfinden! Alte Strukturen und Arbeitsweisen müssen dem aktuellen Stand der Technik angeglichen werden, damit alle Beteiligten davon profitieren können.“

„In die Thematik BIM (Arbeitsprozesse, Softwarepotenzial etc.) sollte man über kleine Projekte ‚reinwachsen‘. BIM bei einem Großprojekt in einem Unternehmen einzuführen wird scheitern.“

„Es besteht Mehraufwand im Vergleich zur konventionellen TGA-Planung. Jede Komponente muss beispielsweise parametrisiert werden (keine Dummies zulässig). ‚Sauberes Arbeiten‘ ist somit absolut erforderlich.“

„Die Vergütung von Planungsleistungen hat sich bislang nicht geändert, obwohl sie an die ‚digitale Planung‘ angepasst werden sollte. Beispielsweise benötigt man im Vorentwurf aufgrund des Aufwands (für geometrische und semantische Details) viel länger als bei einer konventionellen Planung.“

„Die eigentliche Vorbereitungszeit bis zur Modellierung ist nicht zu unterschätzen: Anlegen von Familien, Definition der Attribute, Abstimmung mit Fachabteilungen, LOD-Definitionen etc. Gute Standards oder Vorlagen können hier den Aufwand reduzieren.“

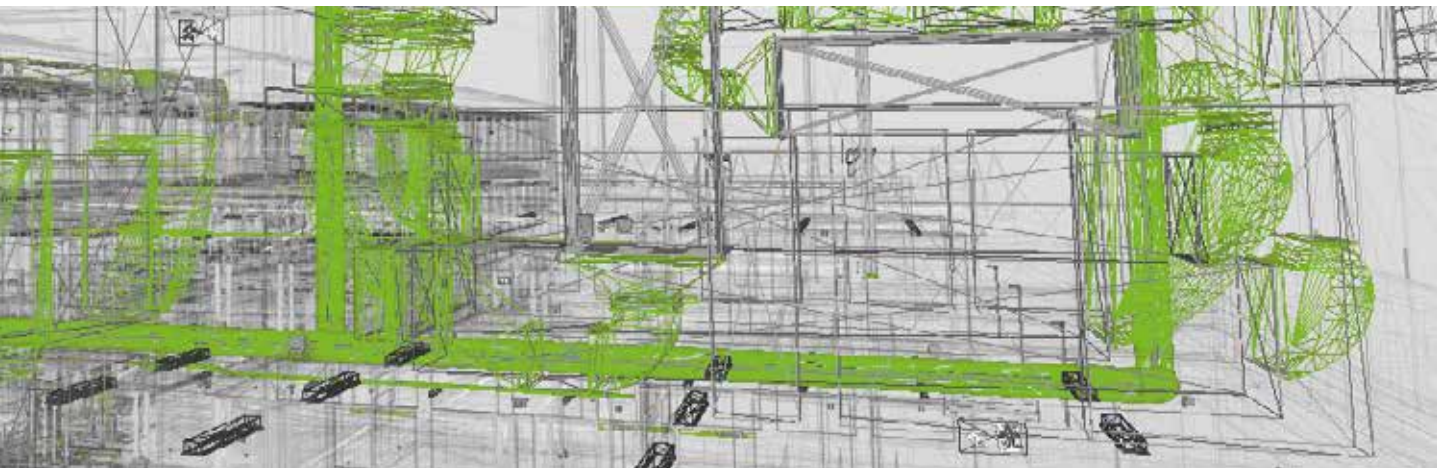


„Häufiger Datenaustausch führt zu mehr Aufwand, mehr Absprachen, mehr Kommunikation. Daher sollten BIM-Rollen, wie beispielsweise BIM-Koordination, korrekt in den Prozess integriert werden.“

„BIM-Modellierung erfordert ausreichend leistungsstarke CAD-Rechner und setzt eine gewisse Qualität zur Datensicherheit voraus.“

„In Abhängigkeit von den täglichen Arbeiten und Prozessen ist es empfehlenswert, sich genügend lang Zeit mit den Potenzialen (Funktionsumfang, Vor- und Nachteile etc.) der am Markt befindlichen Softwareprodukte zu befassen.“

„Man muss auf gute rechtliche Rahmenbedingungen achten. Gute Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIAs) und BIM-Abwicklungspläne (BAPs) sind von Beginn an essenziell für eine effektive Zusammenarbeit in einem BIM-Projekt.“



BIM-Vorteile

„Bereits im Vorentwurf weisen BIM-Modelle im Vergleich zur herkömmlichen Planung einen hohen Detaillierungsgrad auf. Kollisionsplanung, Trassierung, Ermittlung von Platzbedarf, weniger Abstimmungsaufwand sind einige der Hauptvorteile von BIM.“

„Bei richtiger BIM-Anwendung profitieren alle in der Wertschöpfungskette eines Gebäudes. Wer davon am meisten, ist kaum möglich zu sagen.“

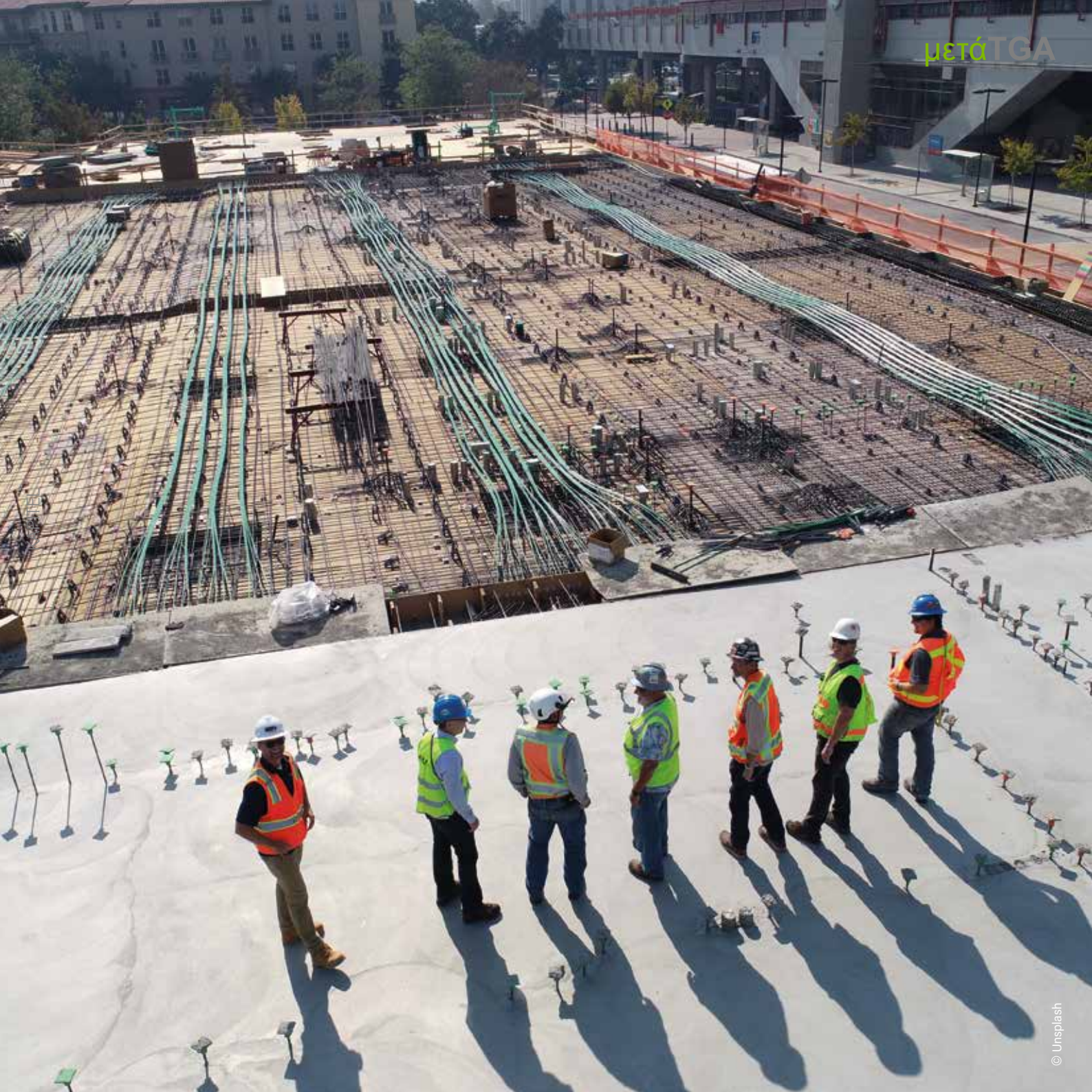
„Wenn man BIM richtig anwendet, dann sollten ALLE Vorteile haben! Voraussetzung ist jedoch, dass aber auch alle mitmachen!“

„Die BauherrIn kann im Betrieb durch BIM profitieren, wenn ‚die Daten‘, die während der BIM-Planung entstanden sind, auch verwendet werden.“

„Schnelles Auswerten von Massen und Stücklisten ist automatisiert möglich. Dies zieht Vorteile für die Ausschreibung und Abrechnung nach sich, da ein genaueres Arbeiten und eine hohe Zeitersparnis ermöglicht wird.“

„3D-Visualisierungen sind ein förderliches Abfallprodukt der BIM-Planung, sowohl für die BauherrIn selbst (Visualisierung) als auch für die TGA-PlanerIn (Kollisionsprüfung).“

„Koordiniertes gleichzeitiges Arbeiten an komplexen Aufgaben/ Modellen wird möglich.“



Entwicklung standardisierter TGA-Komponentenmodelle

3





Um die definierten Ziele erfüllen zu können, wurde im Forschungsprojekt metaTGA ein universeller Prozess entwickelt, der es erlaubt, leistungsstarke TGA-Komponentenmodelle zu erstellen. Dieser Prozess wurde im Wesentlichen in vier Teilprozesse aufgliedert, nämlich in

- die Anforderungsdefinition,
- die TGA-Informationsbeschaffung,
- die Metadatenstrukturierung und Phasenmodellierung und
- die eigentliche Anwendung in einem BIM-Projekt.

Die Abbildung auf den folgenden Seiten zeigt schematisch jene vier aufeinanderfolgenden Teilprozesse, die für die Erstellung von TGA-Komponentenmodellen notwendig sind. Sie zeigt einen universellen Prozess, der auch für andere Gewerke/Domänen im Bauwesen herangezogen werden kann.



ANFORDERUNGSDEFINITION



INFORMATIONSBESCHAFFUNG

EINMALIGER AUFWAND



Anforderungsermittlung

Praxisrelevante Anforderungen müssen für Metadaten und Phasenmodelle gesammelt und bewertet werden.

metaTGA-Daten und -Phasenmodelle

Unterschiedliche Informationsquellen müssen hinsichtlich geeigneter Parameter untersucht werden. Diese müssen leistungsphasenabhängig TGA-Komponenten zugeordnet werden, um Metadaten und Phasenmodelle zu spezifizieren.

Harmonisierung unterschiedlicher Anforderungen

Zusammenstellung aller Metadaten

Feedback

Definition des Prozessmodells

Angelehnt an: Hauer, S.; Murschetz, J.; Bres, A.; Sporr, A.; Schöny, M.; Monsberger, M. (2020). metaTGA: a chance for BIM in the field of MEP. Bauphysik 42, no. 6, pp. 345–351. <https://doi.org/10.1002/bapi.202000028>



DATEN- UND PROZESSMODELLIERUNG



ANWENDUNG IN PROJEKTEN

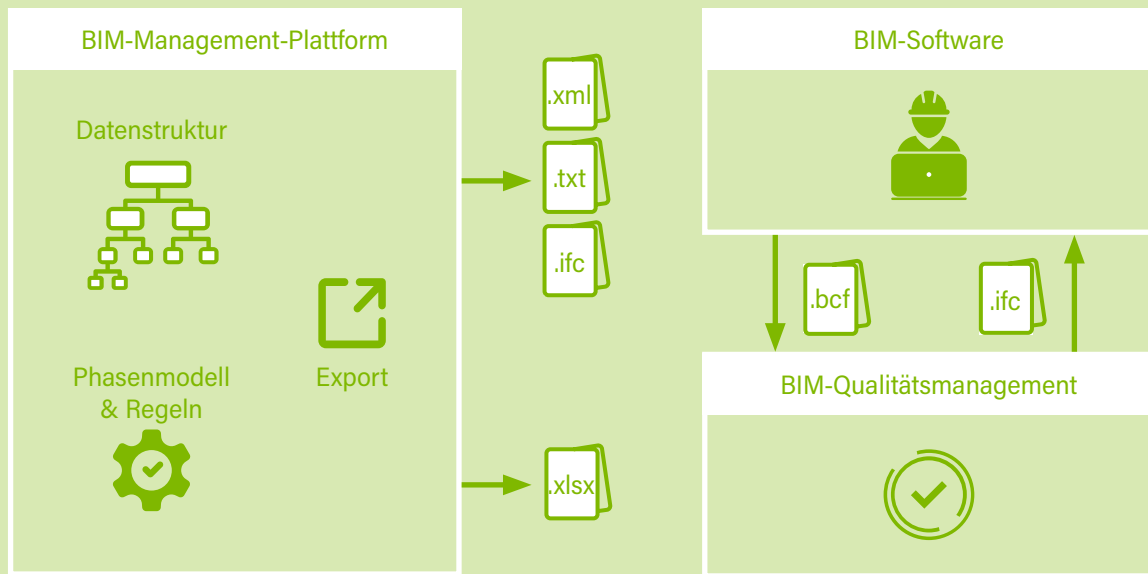
OPTIMALIGE ANWENDUNG

BIM-Implementierung

Alle Metadaten und Phasenmodelle müssen in einer geeigneten BIM-Plattform (z.B. BIMQ) implementiert werden. Dadurch ist man in der Lage, diese in BIM-Projekten zu nutzen.

Anwendung

Durch Exportoptionen in BIMQ werden je TGA-Komponentenmodell alle notwendigen Metadaten je Leistungsphase und Gewerk für die BIM-Planung mit z.B. Autodesk Revit® und Solibri Model Checker zur Verfügung gestellt.





Anforderungen an TGA-Modelle

In einem ersten, einmaligen Schritt sind die für die Entwicklung von TGA-Modellen zu erfüllenden Anforderungen zu definieren, die je nach Anwendungsfall mittels Workshops oder einzelner Fachgespräche mit erfahrenen MitarbeiterInnen eingeholt werden können. Im Zuge der Projektbearbeitung wurden in einer ersten großen Stakeholder-Befragung (mit bis zu 40 TeilnehmerInnen aus ca. 20 unterschiedlichen Unternehmen aus der Baubranche) Anforderungen aus Sicht der Praxis diskutiert und spezifiziert. Die daraus resultierenden relevanten Inputs wurden in das Projekt aufgenommen, um einen Praxisbezug herzustellen. Eine genauere Reflexion der Hauptziele von metaTGA zeigte, dass diese Ziele bereits den Großteil der von den Stakeholdern formulierten Anforderungen inkludieren.

Das Phasenmodell soll nach Möglichkeit spezifizieren, welche Informationen wann, von wem und in welcher Form zur Verfügung gestellt werden müssen, um z.B. den Planungsprozess zu unterstützen.

Die BIM-Modelle sollen so konzeptioniert werden, dass deren Wartung und Aktualisierung in der Inbetriebnahme- und Betriebsphase möglich ist.

Die as-built-Modelle sollen Wartungs- und Prüfinformationen beinhalten oder mindestens darauf verweisen können.

Das Phasenmodell soll den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes oder des TGA-Systems unterstützen.

Die Informationen sollen nach Möglichkeit je Leistungsphase definiert werden.

Die Modelle sollen nach Möglichkeit ausschreibungsrelevante Daten beinhalten.

Die Modelle sollen so konzeptioniert werden, dass sie einerseits gering in der Größe sind, andererseits jedoch alle notwendigen Parameter beinhalten, z.B. Einsparungspotenzial in der geometrischen Darstellung, Möglichkeit, auf Datenblätter zu verweisen, etc.

Die Modelle sollen die Möglichkeit bieten, auch andere Domänen zu unterstützen, beispielsweise: Energiesimulation, Produktprüfung (Metadaten), etc.

Die Bezeichnungen sollen eindeutig sein, d.h. wenig bis kaum Interpretationsspielraum in der Bedeutung bieten.

Diese Punkte stellten Anforderungen an die zu entwickelnden metaTGA-Komponentenmodelle dar. Durch deren Berücksichtigung wurde das Erfordernis der Praxistauglichkeit für eine erfolgreiche Anwendung erfüllt.

In Zukunft müssen Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) und BIM-Abwicklungspläne (BAP) diesen Anforderungen gerecht werden. Instrumente wie AIA und BAP sind bereits Standard in BIM-Projekten. buildingSMART Austria bietet diese Dokumente als Templates an. Ergänzend dazu können die im Projekt metaTGA entwickelten Modellanforderungen für Heizungs- und Lüftungskomponenten, also im weiteren Sinne „Level of Information“-Definitionen (LOI) für BIM-Projekte, verwendet werden. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass AIAs und BAPs immer projektspezifisch gestaltet werden können bzw. sollten. Dies gilt auch für die Weiterverwendung der Ergebnisse von metaTGA in AIAs bzw. BAPs.





Informationsbeschaffung für TGA-Modelle

Im zweiten Schritt sind für den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes Parameter für die unterschiedlichen TGA-Komponenten zu definieren. Die Parameter werden auf Basis diverser Informationsquellen identifiziert und können als Grundlage für die Attribuierung der TGA-Komponenten herangezogen werden.

Im Zuge des metaTGA-Projekts wurden unterschiedliche Informationsquellen herangezogen, wie relevante Normen und Richtlinien (z.B. VDI 3805, komponentenspezifische ÖNORMEN etc.), Industry Foundation Classes (IFC) in der Version 4 Add2, die Standardleistungsbeschreibung für Haustechnik (LB-HT³) sowie Produktdatenblätter unterschiedlicher TGA-Komponenten-Hersteller. Ziel war es, eine weitestgehend vollständige Beschreibung der TGA-Komponenten über den gesamten Lebenszyklus (mit Ausnahme des Abbruchs) eines Gebäudes, d.h. Leistungsphasen (LPH) 1-9 nach dem Leistungsmodell Technische Ausrüstung⁴ von Lechner und Heck (Verlag der Technischen Universität Graz, 2017) zu ermöglichen. Für jede TGA-Komponente konnte somit ein Set von Attributen identifiziert werden, das für die weitere Bearbeitung in einzelne Tabellen zusammengefasst wurde.

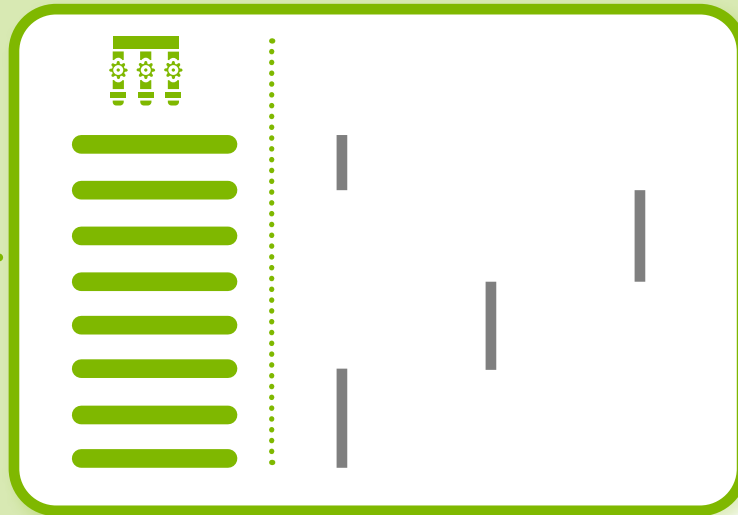
Diese Sets sollen unter anderem folgende notwendige Informationen enthalten: den Attributnamen, die Attributkategorie, die Attributeinheit und den Wertebereich sowie, falls vorhanden, das äquivalente IFC-Property. Wenn diese Eigenschaften bereits im Informationsbeschaffungsprozess berücksichtigt werden, ist man bei der nachfolgenden Implementierungsstrategie wesentlich effizienter.

In einem weiteren Schritt werden jedem Attribut ein verantwortliches Gewerk (in Anlehnung an die Projektbeteiligten nach ÖNORM A 6241-2) und eine Leistungsphase nach LM.TA zu geordnet. Dieses Phasenmodell bestimmt für jedes Attribut einer Komponente, zu welchem Zeitpunkt im gesamten Lebenszyklus es von welchem projektbeteiligten Gewerk erstmalig definiert werden muss. Dies stellt bei der kollaborativen Projektarbeit sicher, dass es klare Verantwortlichkeiten je z.B. Planungsphase gibt, was dazu beitragen soll, den Abstimmungsaufwand zu minimieren und dadurch auch das Fehlerpotenzial zu reduzieren. Die viel genannten Reibungsverluste aufgrund fehlender Zuständigkeit sollten somit unterbunden werden.

Um das Ziel der Praxistauglichkeit erfüllen zu können, wurden die Metadaten und Phaseninformationen im Zuge der metaTGA-Stakeholder-Beteiligung (externen) FachexpertInnen zur Validierung vorgelegt. Diese begutachteten die Vollständigkeit und die richtige Zuordnung der Rollen bzw. Phasen jedes Attributes. In redaktionellen Sitzungen wurde das Feedback der ExpertInnen gesammelt, geprüft und anschließend in den finalen Datensatz übernommen.

³ [BMDW - Bauservice](#)

⁴ [Technische Ausrüstung Neuauflage](#)





MetaTGA-Daten und -Phasenmodellierung

Im dritten Schritt sind die gesammelten Attribute in einer beliebigen geeigneten Datenbank (Softwaretool) abzubilden, was einerseits das Datenhandling bei der Parametrierung der TGA-Komponenten erleichtert, andererseits auch BIM-Workflows (LOI-Definition, Planungsabläufe, Zusammenarbeit im Team etc.) unterstützt. Dahingehend konnte im Projekt metaTGA durch Unterstützung der buildingSMART Austria (bSAT) und der Firma AEC3 das Softwaretool BIMQ⁵ gewonnen und angewendet werden. Die Plattform BIMQ deckt durch seinen großen Funktionsumfang die wesentlichen Anforderungen des Projekts metaTGA ab, da sie beispielsweise folgende Anwendungsfälle erlaubt:

- das Definieren von Anforderungen für eine BIM-Modellierung,
- das Anlegen von Rollen und Leistungsphasen,
- die Definition eines allgemeinen Datenpools für TGA-Komponenten,
- deren Zuordnung zu unterschiedlichen Komponenten,
- die Definition von LOIs (d.h. Attributzuordnung zu Leistungsphasen und Rollen) und
- das Exportieren aller notwendigen Informationen in unterschiedlichen Formaten, um in BIM-Softwareumgebungen (z.B. Autodesk Revit®, GRAPHISOFT ArchiCAD®, Solibri Model Checker) damit arbeiten zu können.

„Mit den im Projekt metaTGA entwickelten LOIs und Prozessmustern wird ein exemplarischer Weg aufgezeigt, wie diverse Aufgaben in BIM-Projekten, welche sich im durch Verschränkung von BIM-Begriffen entstandenen Spannungsfeld wiederfinden, erfolgreich gelöst werden können.“

⁵ BIMQ

BIM-GesamtkoordinatorIn **AIA** Leistungsbild
Modellierungssoftware BIM-Projektsteuerung
BIM-Software **Datenbank** Projektphasen
FachplanerIn **LOI** **Modellchecker** **AuftraggeberIn**
BIM-FachkoordinatorIn **ArchitektIn** Qualitätssicherung
BIM-Projektleitung

Mit der im Projekt verwendeten Datenbank konnte nun mit der eigentlichen Implementierung begonnen werden, um die konzeptionelle Anwendung der metaTGA-Komponentenmodelle anhand von Beispielprojekten zu evaluieren. Nachdem alle Attribute für unterschiedlichste TGA-Komponenten definiert wurden und als Datenpool vorlagen, musste dieser vereinheitlicht und strukturiert werden. Unabhängig vom Softwaresetup ist dies eine zwingende technische Voraussetzung für eine korrekte und fehlerfreie Handhabung in BIM-Softwareumgebungen. Attribute mit der gleichen Bedeutung bei jedoch unterschiedlichem Wortlaut müssen vereinheitlicht werden, damit dieses nur einmal als „eindeutiges“ Attribut vorkommt. Aus Softwaresicht wird somit sichergestellt, dass Attribute nur einmal im Stammdatensatz (einer Datenbank) vorkommen, jedoch beliebig unterschiedlichen Komponenten zugewiesen werden können. Schon bei der Informationsbeschaffung bzw. der Bearbeitung durch mehrere Personen sollte darauf geachtet werden, dass es bei der Attributdefinition nicht zu Unterschieden bei der Benennung kommt. Nomenklaturen aus einschlägigen Normen können bei der Attributbenennung unterstützend herangezogen werden. Abhängig von der Anzahl an Attributen wird empfohlen, diese Analyse softwareunterstützt durchzuführen. Nichtsdestotrotz wird sich ein gewisser manueller Aufwand zum Finalisieren der Ergebnisse nicht vermeiden lassen.

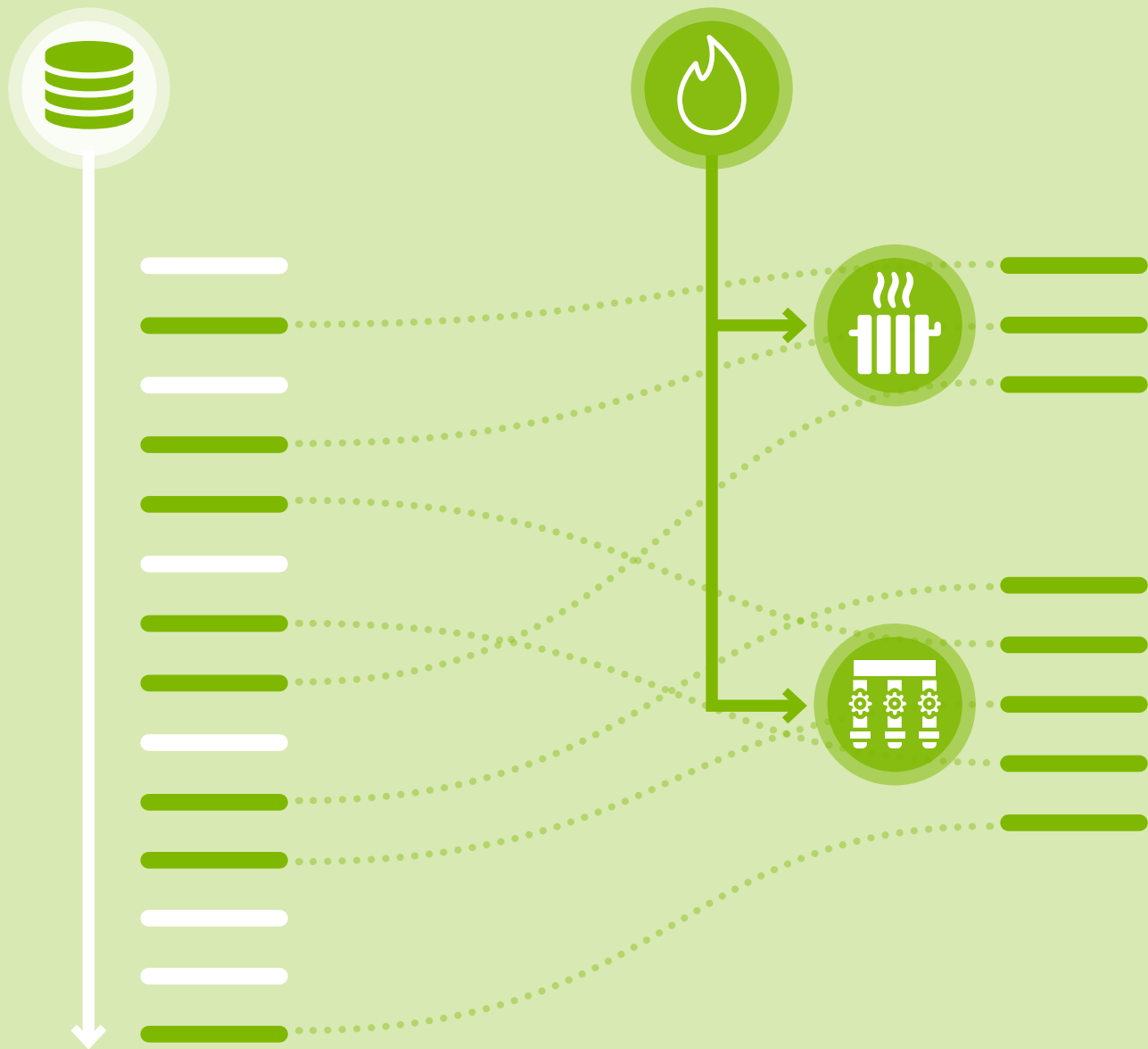
Nach diesem Vorbereitungsschritt erfolgte die eigentliche Definition im Datenbanksystem. Jeder TGA-Komponente wurden sowohl Attribute aus dem definierten einheitlichen Datenpool als auch die Information, in welcher Leistungsphase die Attribute von welcher FachplanerIn bzw. Gewerk erstmalig zu bestimmen sind, zugewiesen.

Dieser Prozess ist vergleichbar mit dem Erstellen eines LOI in einem BIM-Projekt. Grundsätzlich bieten viele Datenbanksysteme wie auch BIMQ zwei unterschiedliche Varianten der Attributzuweisung: Einerseits kann die (Web)Plattform selbst dazu verwendet werden, den TGA-Komponenten beliebige Attribute zuzuordnen. Andererseits ist es auch möglich, via Templates (zumeist *.xlsx, *.csv, *.txt) zu arbeiten und somit Attribute und Komponentenzuordnung via Upload zu erzeugen. Obwohl die Bearbeitung von Anforderungen über eine Webeingabe grundsätzlich sehr einfach möglich ist, empfiehlt es sich speziell bei einer großen Anzahl von Attributen, die Komponentenzuordnung via Import durchzuführen, da diese Variante höchste Flexibilität erlaubt.

Nach erfolgreicher Implementierung in der Datenbank liegen für definierte TGA-Komponenten LOI-Definitionen vor. Diese LOIs können nun je Einsatzzweck in unterschiedliche Formate exportiert werden. Einerseits ist es möglich, individuell formatierte PDF-Exporte zu generieren, welche beispielsweise als Teil von AIA oder BAP weiterverwendet werden können. Andererseits gibt es die Möglichkeit, maschinenlesbare Exporte für die Verwendung in BIM-Modellierungssoftware (z.B. Autodesk Revit®, GRAPHISOFT ArchiCAD® etc.) oder in BIM-Qualitätssicherungssoftware (z.B. Solibri Model Checker etc.) zu generieren. Das nachfolgende Kapitel zeigt eine mögliche konzeptionelle Anwendung in BIM-Projekten bzw. wie sie im Forschungsprojekt metaTGA letztendlich umgesetzt wurde.

Datenpool

Datenstruktur



metaTGA



Konzeptionelle Anwendung in einem BIM-Projekt

Der vierte Schritt besteht in der eigentlichen Anwendung der metaTGA-Modelle im Zuge der BIM-Modellierung im Planungsprozess. Dazu werden Modellanforderungen so exportiert, dass sie teilautomatisiert in der BIM-Modellierung implementiert werden können. Die untere Abbildung zeigt am Beispiel eines Luftkanals, wie das Datenhandling von Attributen zwischen der Datenbank und einem BIM-Authoring-Tool (in diesem Fall Autodesk Revit®) im Projekt metaTGA funktioniert. Sie zeigt am Attribut „Anschlussart“ den Datenfluss durch alle Subprozesse aller beteiligten Softwaretools (Importe/Exporte).

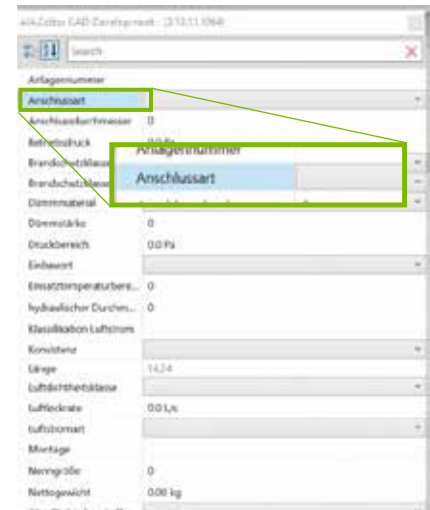
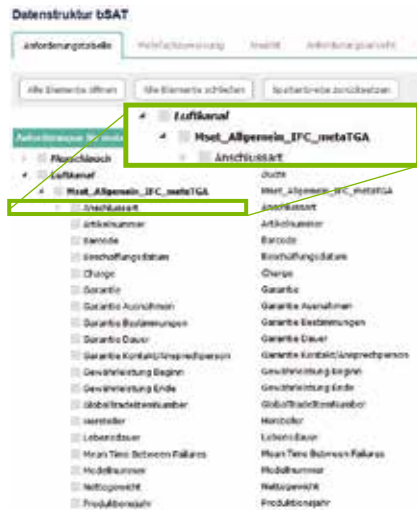
Zuerst wurden die Attribute, Leistungsphasen- und gewerkspezifisch, in von Autodesk Revit® lesbaren Dateiformaten (*.xml und *.txt) exportiert. Diese Dateien beinhalten für jedes Attribut den Attributnamen, IFC-Übersetzung, GUID, Datenformat und physikalische Einheit. In Autodesk Revit® wurden diese Attribute direkt in die Modellfamilien der entsprechenden TGA-Komponenten integriert. Dabei wurde das externe Plug-in RVT.AIA.Editor⁶ verwendet, was gewisse manuelle Bearbeitungsschritte erleichterte. Nach der Parametrierung des BIM-Modells mit Autodesk Revit® konnte nun ein IFC-Export durchgeführt werden. Das IFC-File beinhaltet alle modellierten Parameter, was durch das Attribute-Mapping zwischen metaTGA-Attributen aus der Datenbank und der Autodesk Revit®-Familie ermöglicht wird.

Entwicklung standardisierter TGA-Komponentenmodelle

BIMQ

BIMQ EXPORT

REVIT® IMPORT



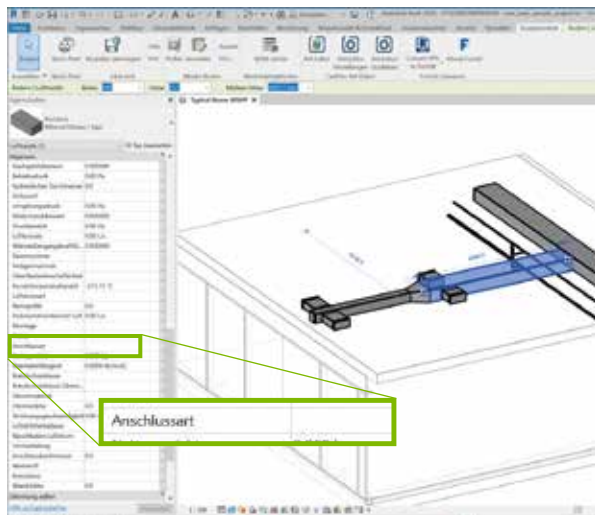
Anlehnung an: Hauer, S.; Murschetz, J.; Bres, A.; Sporr, A.; Schöny, M.; Monsberger, M. (2020). metaTGA: a chance for BIM in the field of MEP. Bauphysik 42, no. 6, pp. 345–351. <https://doi.org/10.1002/bapi.202000028>

Wie in der Abbildung auf Seite 30-31 gezeigt, können automatisiert Prüfregeln basierend auf den LOI-Definitionen abgeleitet und aus BIMQ exportiert (*.xlsx) werden. Somit kann mit einer geeigneten BIM-Prüfsoftware, beispielsweise dem Solibri Model Checker, die BIM-Modellierung mittels Prüfregeln aus BIMQ (*.xlsx) und dem Modellexport (*.ifc) aus Autodesk Revit® auf Vollständigkeit bzw. korrekte Wertebereiche etc. geprüft werden.

Die hier beschriebene Vorgehensweise zur konzeptionellen Anwendung der metaTGA-Komponentenmodelle mit BIMQ, Autodesk Revit® und Solibri Model Checker ist als mögliches Beispiel eines Softwaresettings zu sehen. Andere Softwaresettings sind möglich, wurden jedoch im Projekt metaTGA nicht überprüft.

⁶AIA Editor

REVIT®



REVIT® EXPORT

```

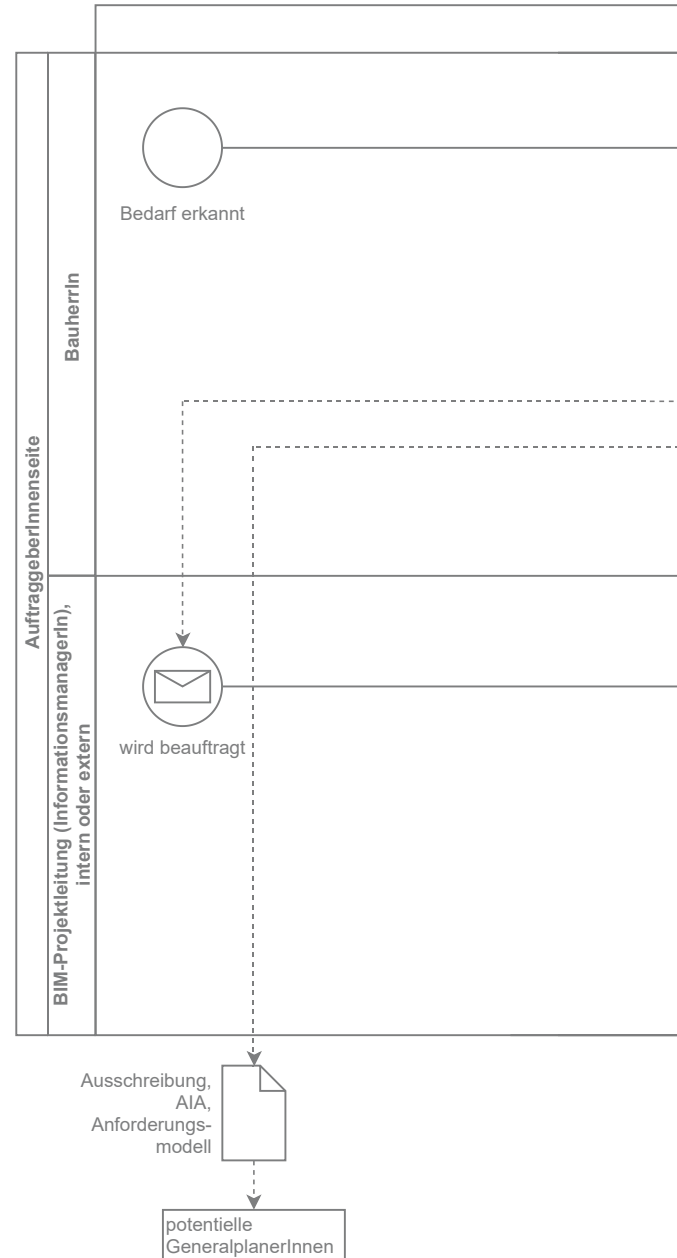
#00435- IFCRELIFFINESYPPROPERTIES('BsvrErAr8ihUrbB9REqY',#42,$,$,(#40465),#40417);
#00438- IFCRELIFFINESYPPROPERTIES('2c3glnt904v7Ftc_G6LcA',#42,$,$,(#40465),#40421);
#00441- IFCRELIFFINESYPPROPERTIES('2LtsIVh0z0q5qj8R1u5t+',#42,$,$,(#40465),#40425);
#00444- IFCAXIS2PLACEMENT3D(#6,$,$);
#00445- IFCLOCALPLACEMENT(#136,#40444);
#00446- IFCARTESIANPOINTLIST2D((-2170.,-324.6119999999997),(2170.,-324.6119999999997),
#00453- IFCINDEXEDPOLYCURVE(#40446,$,$);
#00454- IFCARBITRARYCLOSEDPROFILEDEF(.AREA,'Mitered Elbows / Taps',#40453);
#00455- IFCARTESIANPOINT((32539.3300536655,-5773.45528510342,2686.456));
#00457- IFCAXIS2PLACEMENT3D(#40455,#20,#16);
#00458- IFCEXTRUDEDAREASOLID(#40454,#40457,#20,350.52);
#00459- IFCSHAPEPRESENTATION(#165,'Body','SweptSolid',(#40458));
#00461- IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($,$,(#40459));
#00464- IFCDUCTSEGMENT('IFX0y0ugLEPUXV7963da9c',#42,'Rectangle:Mitered Elbows / Taps:40
#00467- IFCPROPERTYSET('Anlagennummer',$,$,$);
#00468- IFCPROPERTYSET('Oberflaechenbeschaffenheit',$,$,$);
#00469- IFCPROPERTYSET('Raumnummer',$,$,$);
#00470- IFCPROPERTYSET('28x81Rc9559uJIZHvkwJh',#42,'Mset_Allgemein_metaTGA',$,(#40467
#00475- IFCPROPERTYSET('FlangeTable',$,$,$);
#00476- IFCPROPERTYSET('1g87vRs7DE1Q5ILwchxxaq',#42,'Mset_Allgemein_IFC_metaTGA',$,(#4
#00479- IFCPROPERTYSET('Anschlussdurchmesser',$,$,IFCLENGTHMEASURE(0,$));
#00480- IFCPROPERTYSET('Konsistenzklasse',$,$,$);
#00481- IFCPROPERTYSET('Brandst',#42,'Mset
#00482- IFCPROPERTYSET('Mset_1EVALUE('FlangeTable',$,$,$);
#00483- IFCPROPERTYSET('FDIEK0ofSkh',#42,'Mset
#00489- IFCPROPERTYSET('1g87vRs7DE1Q5ILwchxxaq',#42,'Mset
#00490- IFCPROPERTYSET('PlacementType',$,$,$);
#00491- IFCPROPERTYSET('Length',$,$,IFCLENGTHMEASURE(4340.0000000001,$));
#00492- IFCPROPERTYSET('3624Dzu6F5p0BcU09YFYk',#42,'Mset_Komponenten_alle_IFC_metaTGA
#00497- IFCPROPERTYSET('Brandschutzklasse',$,$,$);
#00498- IFCPROPERTYSET('Brandschutzklasse_DiK2(0064X0)nung',$,$,$);
#00499- IFCPROPERTYSET('Breite',$,$,IFCLENGTHMEASURE(549.224,$));
#00500- IFCPROPERTYSET('DiK2(0064X0)mmute1a',$,$,$);
    
```

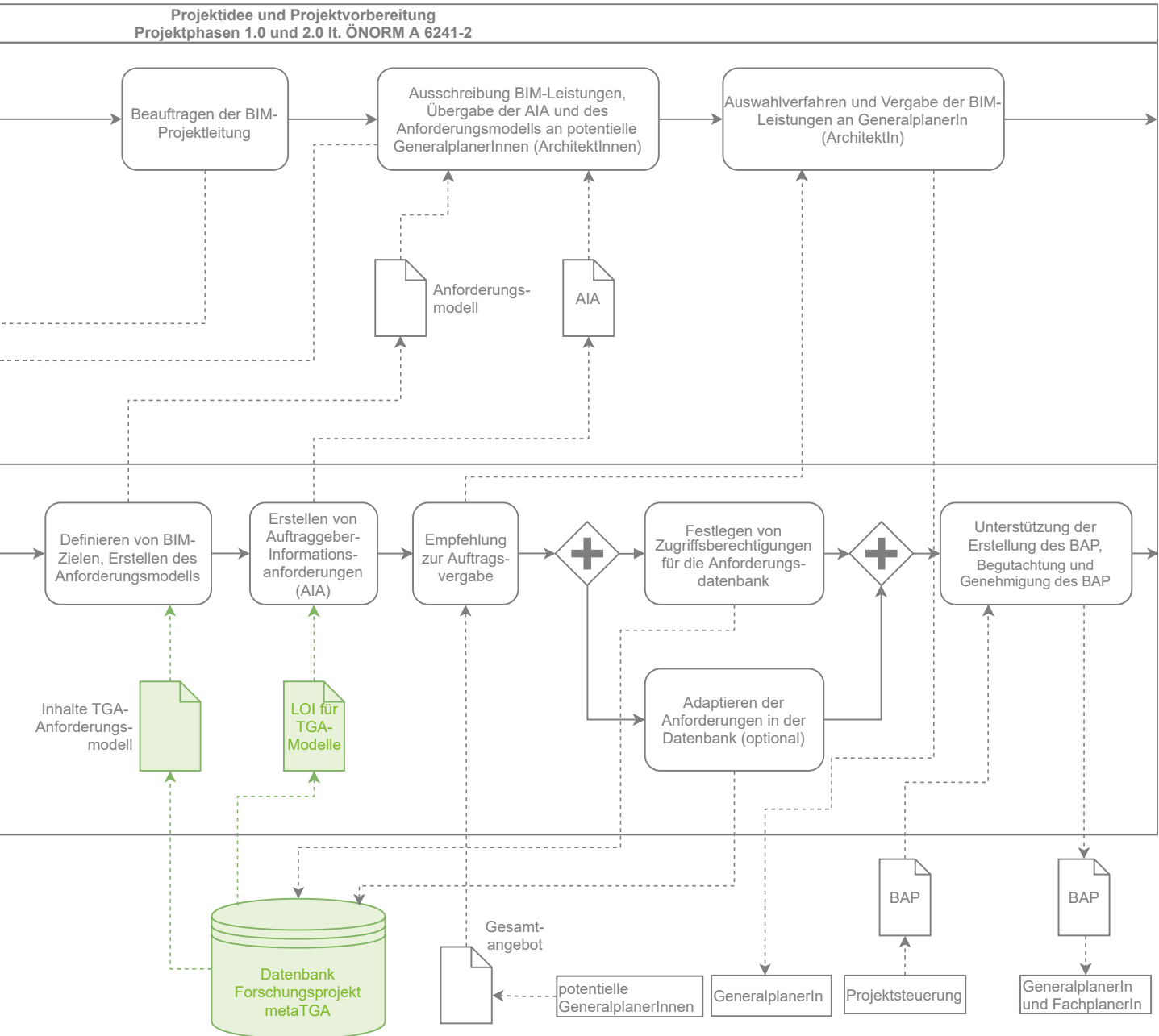
Prozessmodelle metaTGA

Um eine einfache Anwendung der metaTGA-Ergebnisse in BIM-Projekten zu ermöglichen, werden alle essenziellen metaTGA-Vorgänge als Prozessmodelle bereitgestellt. Diese Prozessmodelle wurden via Business Process Model and Notation (BPMN) beschrieben. Mit diesen BPMN-Prozessmodellen wird erklärt, wie metaTGA-Komponentenmodelle für BIM-Anwendung aufgebaut werden (Entwicklungsprozess), und sie beschreiben ein Konzept für die Anwendung in BIM-Projekten (Anwendungsprozess):

- Der Entwicklungsprozess beschreibt detailliert, wie bei der Informationsbeschaffung, der Strukturierung der Attribute, der Zuordnung von IFC-Begriffen und der Implementierung in BIM-Datenbanken vorgegangen wurde.
- Der Anwendungsprozess bildet ein Konzept ab, wie die entwickelten metaTGA-Komponentenmodelle in Projekten zur Anwendung kommen können, schafft Verständnis für Zusammenhänge und unterstützt BIM-Abläufe.

Die rechte Abbildung zeigt exemplarisch einen Ausschnitt des Anwendungsprozesses. Es wird verbildlicht, wie TGA-FachplanerInnen im Zuge der BIM-Modellierung erforderliche Modellinhalte in TGA-Modelle implementieren können. Da einige dieser Teilprozesse allgemeine Gültigkeit haben und nicht an metaTGA-Prozesse geknüpft sind, können sie bei anderen BIM-Projekten angewendet werden bzw. tragen sie als Nebeneffekt zu einem besseren Verständnis für BIM bei.





Verfügbare metaTGA- Komponentenmodelle

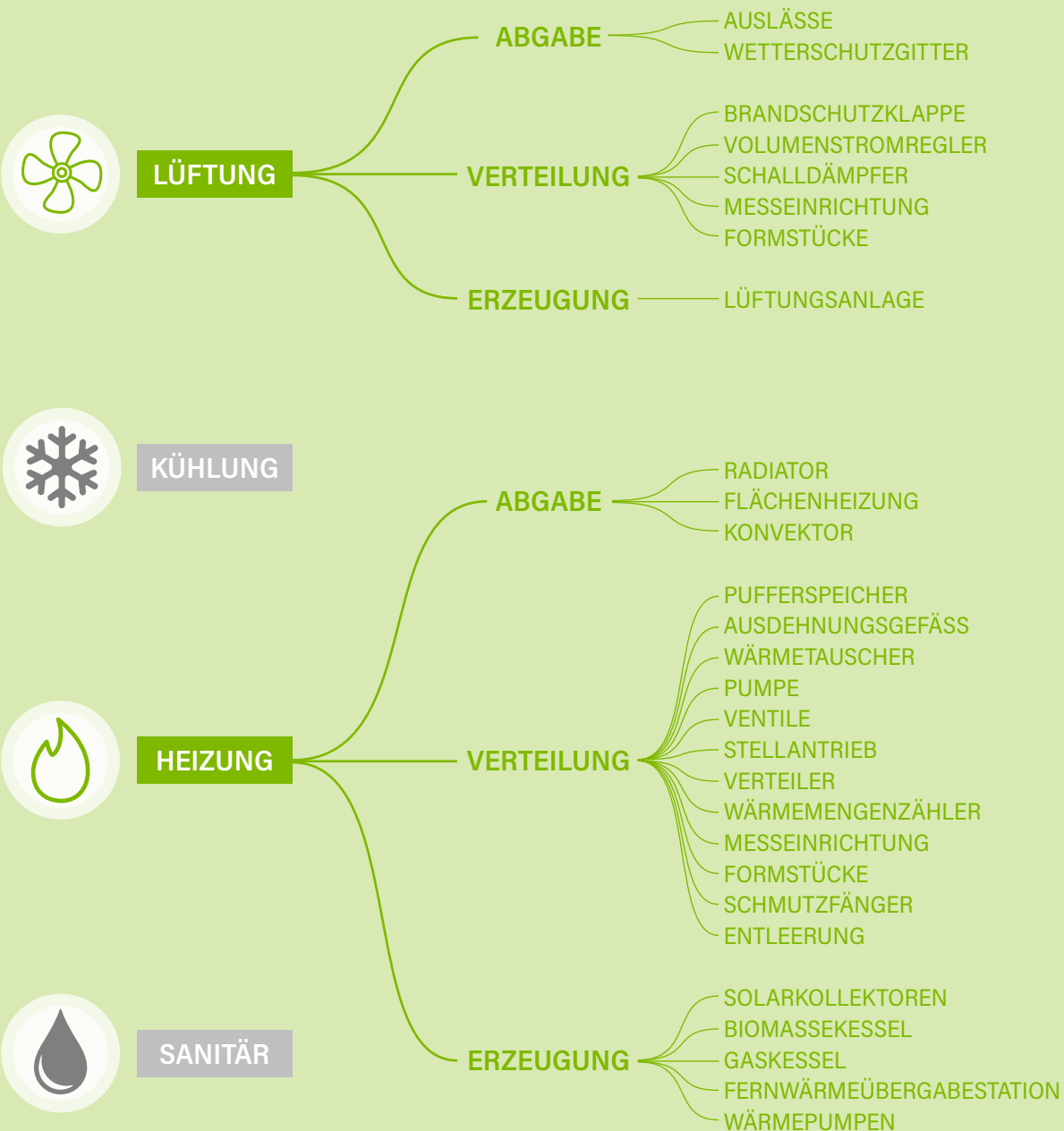
4


Wie eingangs erwähnt, bestand ein wesentliches Ziel des metaTGA-Projekts darin, qualitativ hochwertige Metadaten und Phasenmodelle für die Verwendung in BIM-Projekten zu entwickeln. Der Bereich der TGA ist eine der umfangreichsten Disziplinen im Gebäude, wodurch sich zwangsweise eine große Anzahl unterschiedlicher TGA-Komponenten ergibt. Da eine gesamtheitliche Betrachtung aller TGA-Komponenten den Umfang des Projekts metaTGA gesprengt hätte, wurde der Fokus auf TGA-Standardkomponenten für die Bereiche der Heizungs- und Lüftungstechnik gelegt, wobei erneuerbare Energietechnologien im Fokus standen. In diesem Zusammenhang wurden 56 TGA-Standardkomponenten identifiziert, welche die Modellierung von im DACH-Raum typischen Standardheizungs- und Lüftungsstrecken mit der BIM-Methode ermöglichen. Die verfügbaren Komponenten wurden für die Gewerke Heizung und Lüftung jeweils in Erzeugung, Verteilung und Abgabe gegliedert und können im Detail der Abbildung auf Seite 47 entnommen werden.

Zusätzlich wurde in Zusammenarbeit mit den Stakeholdern ein Konzept zur plattformunabhängigen Bedarfserhebung der AuftraggeberIn für Gebäudeprojekte/Planungen erstellt. Das daraus resultierende Konzept des „funktionalen Anforderungsmodells“ soll AuftraggeberInnen und AuftragnehmerInnen bei der Erhebung von funktionalen Anforderungen zu Beginn eines BIM-Projekts unterstützen. Funktionale Anforderungen beschreiben, im Gegensatz zu LOI-Definitionen für Räume oder TGA-Komponenten, beispielsweise einzuhaltende Raumlufttemperaturen oder die Vorgabe einer Designlinie für Luftauslässe oder Heizkörper.

Dieses Konzept sieht vor, dass noch vor Projektstart von Seiten der AuftraggeberIn wichtige funktionale Anforderungen softwareunabhängig in Listenform oder datenbankgestützt definiert werden können. Der Vorteil ist hier, dass diese Definitionen im Laufe des Projektes mehrfach verwendet werden können: von der Vertragsbeilage bis hin zu Prüfregeln auf Einhaltung der funktionalen Anforderungen der AuftraggeberIn.

Der grundsätzliche Ansatz besteht darin, dass einerseits für Räume/Geschoße/Gebäude ausstattungsrelevante Merkmale vorgesehen sind, die von den verschiedenen AuftraggeberInnen unternehmens- und/oder projektspezifisch vorgegeben werden. Andererseits wird für relevante TGA-Komponenten ebenfalls eine Merkmaliste für auftraggeberInnenseitige funktionale Anforderungen definiert. So können beispielsweise raumspezifische Anforderungen (z.B. spezielle raumklimatische Bedingungen) gestellt werden und auch Anforderungen an TGA-Komponenten direkt (z.B. Vorgaben für Heizkörper) vorgesehen werden. In Kombination bietet das funktionale Anforderungsmodell ein zentrales und konkretes Bild der funktionalen Anforderungen, welches sowohl der AuftraggeberInnenseite als auch der AuftragnehmerInnenseite zielorientiertes Arbeiten ermöglicht.





Erkenntnisse aus der
Evaluierung des
metaTGA-Prozesses

5

Das Projektteam des Forschungsprojekts metaTGA konnte im Zuge einer Evaluierung der entwickelten metaTGA-Komponentenmodelle anhand von Pilotstrecken in einem beispielhaft herangezogenen Softwaresetting (BIMQ, Autodesk Revit® mit Plug-in RVT.AIA.Editor) viele hilfreiche Erkenntnisse ableiten. Damit auch interessierte Stakeholder von den gewonnenen „Lessons Learned“ profitieren können, findet sich im Folgenden eine Auflistung der wichtigsten Erkenntnisse.

MetaTGA-Modellierungsprozess

Die hier beschriebenen Erkenntnisse beziehen sich auf die Informationsbeschaffung für TGA-Modelle und auf die Strukturierung der erhobenen Attribute.

Funktionsumfang (was ist möglich, was ist nicht möglich) der verwendeten Software ausgiebig testen, um Einschränkungen im Workflow zu erkennen

Mittels einfacher bzw. mittelumfangreicher Beispiele soll der gesamte Ablauf „durchexerziert“ werden.

Softwarespezifische Voraussetzungen frühzeitig beachten

In Datenbanken dürfen keine Doppelnennungen, also namensgleiche Attribute, existieren bzw. Attribute mehrmals im Stammdatensatz angelegt werden. Im Sinne der Übersichtlichkeit bzw. Anforderungen an Datenbanken sollten bedeutungsgleiche Attribute mit unterschiedlichen Namen vermieden werden. Andernfalls sind softwareseitige Filterfunktionen nur eingeschränkt einsetzbar.

Einmal definiert, können Attribute beliebig vielen Komponenten zugewiesen werden.

Attribute sollten thematisch gruppiert werden, sodass sie den unterschiedlichen Komponenten schnell und effizient zugewiesen werden können.

Auf effizienten Informationsbeschaffungsprozessen, der kollaboratives Arbeiten ermöglicht

Für die Informationsbeschaffung aller Komponenten sollte eine zentral geführte Liste (z.B. Microsoft Excel®) verwendet werden. Diese Liste sollte nach Möglichkeit auf Basis von Datenimportvorlagen für das Datenbanktool erstellt werden, um später einen reibungsfreien Import zu gewährleisten. Ein kollaboratives bzw. gleichzeitiges Arbeiten an einer Liste erhöht die Effizienz und verringert etwaige Zusammenführungsprozesse.

Eine zentrale Liste zur Datenerhebung bringt folgende Vorteile:

- Die Attribute werden von Anfang an einheitlich gruppiert.
- Doppelnennungen können leicht verhindert werden.
- Bedeutungsgleiche Attribute können leicht erkannt und zu einem Attribut zusammengefasst werden.
- Wertebereiche können einheitlich definiert werden: Bestimmte Attribute, welche auf mehrere TGA-Komponenten zutreffen, weisen üblicherweise denselben Wertebereich auf.
- Phaseninformation kann einheitlich definiert werden: Bestimmte Attribute, welche auf mehrere TGA-Komponenten zutreffen, werden üblicherweise zum selben Zeitpunkt von der FachplanerIn bestimmt.
- Einheiten und Datentyp können einheitlich zugewiesen werden.

Auf Konsistenz bei der Definition von Attributen achten

- Die Attribuierung und Phasenzuordnung der einzelnen Komponenten sollten untereinander abgeglichen werden. LOIs ähnlicher Komponenten (z.B. Heizungsrohr, Rohrbogen, T-Stück) sollten demnach Ähnlichkeiten aufweisen.

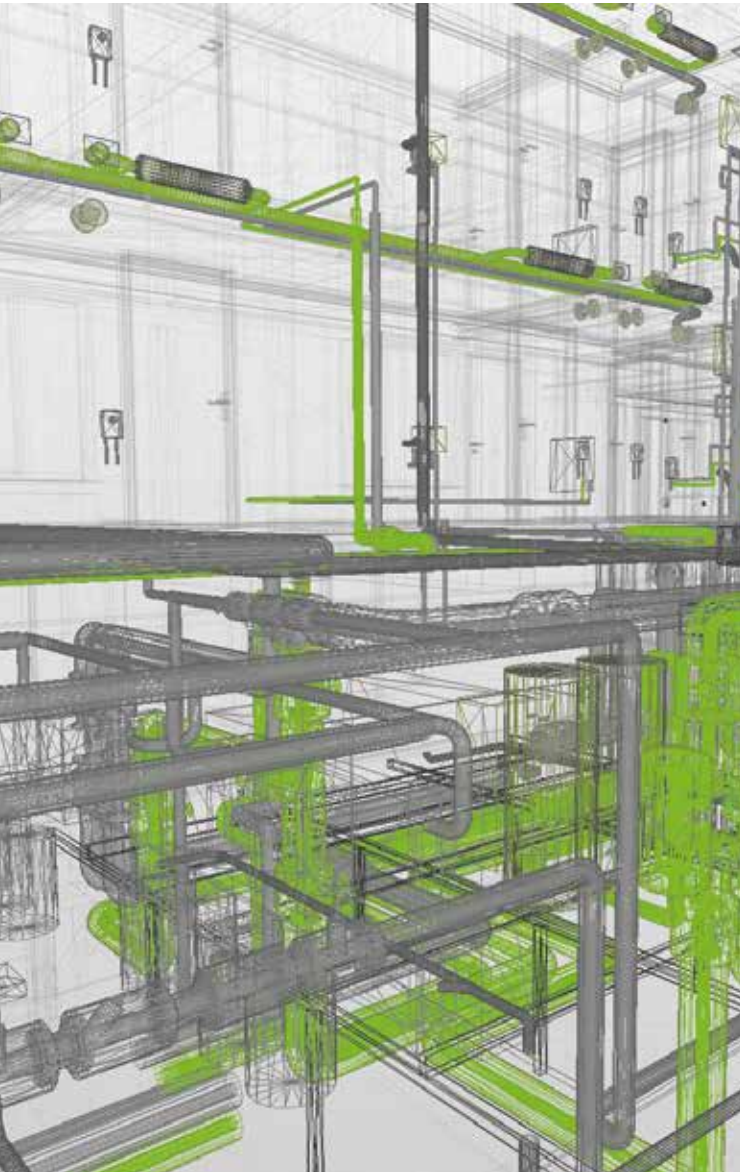
Potenzial bzw. Anforderungen der Datenaustauschmöglichkeiten frühzeitig erkennen

Gute Kenntnisse des IFC-Standards sind für das IFC-Mapping (Verknüpfung der Attributnamen mit Begriffen des IFC-Standards) sehr hilfreich.

Zwei ähnliche Attribute dürfen nicht mit ein und demselben IFC-Attribut gemappt werden. Zum Beispiel ist es falsch, „IFC-PressureRange“ mit den Attributen „minimaler Druck“ und „maximaler Druck“ zu verknüpfen. Richtig wäre eine Verknüpfung mit „Druckbereich“.

Wenn zwei ähnliche Attribute mit verschiedenen IFC-Attributen gemappt wurden, können diese nicht zusammengefasst werden. Zum Beispiel: Der Volumenstrom von Heizungselementen und der Volumenstrom von Lüftungselementen dürfen nicht zu Volumenstrom zusammengefasst werden, da in IFC zwischen Wasservolumenstrom und Luftvolumenstrom unterschieden wird.


Beim IFC-Mapping von Attributen ist darauf zu achten, dass Attribute von TGA-Komponenten nicht mit IFC-Attributen gemappt werden, welche in IFC ausschließlich bei anderen Komponenten verortet sind.





Was hat es gebracht?

6



Die erzielten Ergebnisse wurden einer Validierung unterzogen, um eine Einschätzung ihrer Praxistauglichkeit zu bekommen. Anhand zweier realer Pilotstrecken wurden unterschiedliche TGA-FachplanerInnen in einem Feedbackprozess eingebunden, ihre Erfahrungen mit der Handhabung und Anwendbarkeit wurden in regelmäßigen Einzel- und Gruppeninterviews besprochen und dokumentiert. Nachfolgend werden die zentralen Ergebnisse aus dem Feedbackprozess aufgeführt.

Vorteile

Durch die Anwendung der metaTGA-Ergebnisse, d.h. die erarbeiteten Metadaten, die ergänzenden Phasenmodelle bzw. die übergeordneten Prozessmodelle, können folgende Vorteile in BIM-basierten TGA-Projekten erzielt werden:

metaTGA-Daten und -Prozessmodelle unterstützen das Verständnis von BIM-Abläufen in Projekten

Die metaTGA-Prozessmodelle zeigen die Integration der nach Projektphasen strukturierten Metadaten in branchenübliche BIM-Projektabläufe.

Die Anwendung dieser Prozessmodelle trägt zu einem besseren Verständnis für BIM bei.

metaTGA-Komponenten erzielen eine hohe Qualität

Unterschiedliche Anwendungsfälle können unterstützt werden.

Die Attribute decken den gesamten Lebenszyklus in einem Gebäude ab.

metaTGA-Prozess ist universell und kann in unterschiedlichen Gewerken/Domänen im Bauwesen angewendet werden

Die verfügbaren Prozessmodelle unterstützen die Einführung der metaTGA-Methodik/-Ergebnisse in Unternehmen.

Die Prozessmodelle dienen als Basis für eigene Weiterentwicklungen.

Steigerung der Planungsqualität von TGA-Systemen

Viele Details werden spezifiziert, daher besteht wenig Interpretationsaufwand.

Eine Vergleichbarkeit der TGA-Planung zwischen Projekten wird möglich.

Aufbau eines Firmenstandards durch Anwendung der metaTGA-Prozesse.

Erhöhung der Kommunikationsqualität in einem Projektkonsortium.

Aufbau herstellerunabhängiger Planungsstandards

Entwicklung von produktneutralen Komponentenmodellen.

Herstellerunabhängig und Anwendungsfall-spezifisch.

Klar definierte Verantwortung je Parameter und Leistungsphase

Reduktion des Abstimmungsaufwands – kein „Nachrennen“ um Informationen.

Schnittstellen und Zusammenarbeit zwischen den Gewerken klar definiert. Voraussetzung: Verantwortung vertraglich festhalten.

Herausforderungen

Trotz der guten Resultate von metaTGA zeigten sich einige Herausforderungen, welche bei einer Anwendung der metaTGA-Ergebnisse zu beachten sind. Ergänzend zu den nachfolgend dargestellten Herausforderungen, wurden bereits in Kapitel 5 Lessons Learned dokumentiert, welche es bei einer Implementierung bzw. Weiterentwicklung der metaTGA-Daten und -Prozessmodelle zu berücksichtigen gilt.

Ein Einarbeitungseffekt ist bei der Modellierung/Parametrierung feststellbar

Die Erstanwendung benötigt mehr Zeit (vgl. im Unternehmen etablierte BIM-Prozesse).

Zeitersparnis ist in den späteren Leistungsphasen gegeben.

Hohe Parameterdichte in frühen Leistungsphasen

Höherer Aufwand in frühen Leistungsphasen. Aufwand durch Honorarordnung abgedeckt? Lösungsweg; Honorierung der Leistungen vertraglich festlegen?

Mehraufwände der Parametrierung von BIM-Modellen aufgrund des hohen Detaillierungsgrads, da alle Leistungsphasen und unterschiedliche Anwendungsfälle (von Planung bis in den Betrieb) berücksichtigt wurden

Parameterdefinition bzw. Detailauslegung findet früher statt (vgl. „Standard-BIM“)

Mehraufwand durch Änderungswünsche in frühen Phasen. Problem: Planungssicherheit (durch häufige Änderungen von Architekturmodell) ist aktuell oft nur sehr eingeschränkt gegeben.

Man schränkt die „Flexibilität in der Planung“ ein.

Ein „idealer“ BIM-Prozess wird indirekt vorausgesetzt.

metaTGA-Daten sind für den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes gedacht und decken unterschiedliche Anwendungsfälle ab

Eine Anwendung in AIAs als LOIs sollte immer projektspezifisch erfolgen und gegebenenfalls ist je nach Anwendungsfall die Detailtiefe anzupassen.

Unterstützende Plug-ins können zur Steigerung der Effizienz führen, wobei die Funktionalität der angedachten Plug-ins mit Workflow vorab überprüft werden sollte



„Für uns als innovatives Ingenieurbüro war es eine tolle Möglichkeit, am Projekt metaTGA mitarbeiten zu dürfen. Durch unsere Rolle als Anwender der Ergebnisse konnten interne Prozesse in der BIM-Planung weiter optimiert und verbessert werden. Im Besonderen bei der Validierung der Projektergebnisse konnten dadurch optimierte Workflows abgeleitet werden. Auch die Thematik BIM erreichte innerhalb des Teams einen noch höheren Stellenwert.“

„Von der Praxis für die Praxis‘ – jener Slogan wurde auch im metaTGA-Projekt optimal umgesetzt.“

Was hat es gebracht?



Christoph Urschler
TBH Ingenieur GmbH



Katharina Scherr
TBH Ingenieur GmbH



„Zunächst waren unsere Erwartungen an dieses komplexe Thema überschaubar. Nicht, weil wir kein Vertrauen in das gesamte metaTGA-Team hatten, sondern einfach deshalb, weil zum Zeitpunkt, als der Antrag formuliert worden ist, das gesamte Thema rund um BIM vor allem in der TGA-Branche nicht greifbar war. Unsere Erwartungen waren daher vielmehr mit einer Art ‚Vorfreude‘ zu vergleichen. Vorfreude auf das, was in nächster Zeit unsere Arbeitsmethodik fundamental ändern kann, aber auch Vorfreude darauf, wie der gesamte Prozess für ein interdisziplinäres Miteinander funktionieren wird.“

„Die Ergebnisse sind aus zweierlei Gründen fantastisch. Zum einen, weil wir gemeinsam neues und vor allem nutzbares Wissen generiert haben. Die entwickelten Konzepte des Forschungsprojekts metaTGA werden in Zukunft innerhalb von Projekten angewendet werden. Zum anderen, weil dieses Projekt einmal mehr gezeigt hat, dass es eine interdisziplinäre Kollaboration benötigt, um domänenübergreifend sowohl wissenschaftlich als auch praktisch weiterzukommen.“

„Das größte Take-away ist eindeutig die gewonnene Zuversicht. Zuversicht, dass die Methode für alle Stakeholder ganzheitlichen Mehrwert erzeugen wird. Aber auch Zuversicht, da wir als Allplan proaktiv mit unserem umfassenden Know-how bereits in vielen Projekten mit BIM-Prozessen erfolgreich arbeiten sowie weiterhin zu der wissenschaftlichen und praktischen Umsetzung / Etablierung einen Teil beitragen können.“



Manuel Ziegler
Allplan GmbH



Georg Brandauer
Allplan GmbH

„Die Ausgangssituation für die ODE war, dass im Rahmen des Inkrafttretens der ÖNORM A 6241-2 auch ein umfassender TGA-Standard erwartet wurde. Hier gab es allerdings noch Verbesserungspotenzial. Zusätzlich hat die TGA generell aus unserer Sicht in den letzten Jahren nicht die Aufmerksamkeit bekommen, die sie gebraucht hätte, um im prozessualen und standardisierenden Zyklus, in dem wir uns gerade befinden, mitzuhalten.“

Aufgrund dessen und da wir als ODE schon lange Zeit mit BIM unterwegs sind, haben wir das Projekt metaTGA als Chance gesehen, das Thema der Standardisierung rund um voranzubringen. Mit den sehr guten Ergebnissen dieses Projektes basierend auf praxisorientierten Anforderungen sowie der prozessorientierten Aufarbeitung hat sie aber definitiv wieder aufgeschlossen. Wir werden auf das gewonnene Wissen über die Daten- und Prozessmodelle aufsetzen, um den Standard der TGA weiter zu etablieren und zu entwickeln, sowie die dazugehörigen Prozesse adaptieren.

Das Projekt metaTGA füllt eine große Lücke und bringt die notwendige Aufmerksamkeit für die TGA zurück.“



Christoph Eichler

Leading Expert
ODE office for digital engineering



Hannes Asmera

BIM Operation Management
ODE office for digital engineering





Verfügbare Ergebnisse

7



Lüftungsstrecke

Luftein- bzw. -auslass

Tellerventil
Wetterschutzgitter
Deflektorhaube
Lüftungsgitter
Drallauslass
Schlitzauslass

Verteilersystem

Messeinrichtung Luftfeuchtigkeit
Volumenstromregler
Brandschutzregler
Schalldämpfer
Flex-Schlauch
Abzweiger
Übergang
Muffe
Bogen
Luftkanal (eckig/rund)

Erzeugung

Rotationswärmetauscher
Luftfilter
Heizregister
Ventilator
Jalousieklappe
Lüftungsanlage



Verfügbare Ergebnisse

Das metaTGA-Projekt bietet für Standardheizungs- und Lüftungsstrecken, mit Fokus auf erneuerbare Energiesysteme, folgende Ergebnisse unter <http://www.metatga.org/ergebnisse/> als Download an:

Es stehen 56 TGA-Komponentenmodelle (kategorisiert nach Erzeugung, Verteilung, Abgabe) als LOIs (*.xlsx) zur Verfügung.

Ca. 800 unterschiedliche Attribute werden für die vollständige Modellierung berücksichtigt, um den gesamten Lebenszyklus abzudecken (von Planung bis Betrieb).

Ein kollaboratives Zusammenarbeiten ist durch die spezifizierte IFC-Kompatibilität gewährleistet (IFC-Mapping je Attribut und TGA-Komponente/Klasse liegt vor).

Die ausgearbeiteten Modelleigenschaften wurden anhand gängiger BIM-Prozesse definiert.

Jedes einzelne Attribut ist einer Standardleistungsphase bzw. einem verantwortlichen Gewerk zugeordnet. Diese Information liegt als LOI-Definition (*.xlsx) vor.



Für jede Komponente sind Standard-Solibri-Prüfregeln (*.xlsx) verfügbar.

Diese können zur Validierung der Modelle im BIM-Planungsprozess herangezogen und nach Belieben erweitert werden.

Der metaTGA-Entwicklungsprozess ist ein universeller Prozess, der grundsätzlich für unterschiedliche Gewerke/Domänen im Bauwesen angewendet werden kann.

Dieser Prozess wurde via BPMN-Standard beschrieben und folgende Prozessmodelle stehen zur Verfügung:

- Entwicklungsprozess:
Attribuierung für BIM-Modelle (IFC-Mapping und -Struktur) und Implementieren von LOIs in Datenbanken.
- Anwendungsprozess:
Praxisorientierte Anwendung von Metadaten in BIM-Projekten.

- Vakuumröhrenkollektor
- Flachkollektor
- Absorbermatten
- Biomassekessel
- Gaskessel
- Wärmepumpe Luft / Wasser
- Wärmepumpe Sole / Wasser
- Fernwärmeübergabestation
- Pufferspeicher
- Wärmetauscher
- Pumpe
- Wärmemengenzähler
- Schmutzfänger
- Sicherheitsventil
- Entleerung
- Rückschlagventil
- Strangreguliertventil
- Absperrventil / Kugelhahn
- Regelventil
- Stellantrieb
- Verteiler
- Ausdehnungsgefäß
- Messeinrichtung Druck
- Messeinrichtung Temperatur
- Messeinrichtung Volumenstrom
- Rohr
- Muffe
- Reduzierung
- Rohrbogen
- T-Stück
- Radiator
- Konvektor
- Flächenheizung (FBH)

Erzeugung

Verteilersystem

Heizungsstrecke

Abgabe

Danksagung

Eines der großen Ziele des metaTGA-Projekts war es, eine starke Stakeholder-Beteiligung im Projektverlauf zu ermöglichen, um sicherzustellen, dass die erarbeiteten Ergebnisse eine hohe Praktikabilität aufweisen. Aufgrund der zentralen Bedeutung der im Forschungsprojekt adressierten Thematik bzw. des bereits in der Planung dieses Forschungsprojekts definierten Beteiligungsprozesses durch externe Stakeholder ist man im Zuge der Projektarbeit auf reges Interesse und Unterstützung gestoßen.

**Das metaTGA-Projektteam bedankt sich an dieser Stelle
sehr herzlich für die Unterstützung und
die gute Zusammenarbeit mit zahlreichen Stakeholdern
im Laufe des Projekts.**

μετάTGA



Impressum

Hauptautoren

Stefan Hauer², Julian Murschetz¹, Aurelien Bres², Michael Monsberger¹, Christoph Urschler³, Katharina Scherr³, Georg Brandauer⁴, Manuel Ziegler⁴, Florian Spitzer⁴, Christoph Eichler⁵, Hannes Asmera⁵

Mit einem Beitrag von

Alfred Waschl
buildingSMART Austria

Projektleitung

Michael Monsberger
Institut für Bauphysik, Gebäudetechnik und Hochbau, Technische Universität Graz

Grafik und Layout

Stefan Hauer² und Theresa Fink²

Wien, März 2021

Kontakt

Michael Monsberger¹, michael.monsberger@tugraz.at | Julian Murschetz¹, murschetz@tugraz.at
Stefan Hauer², stefan.hauer@ait.ac.at

Konsortium

Technische Universität Graz – Institut für Bauphysik, Gebäudetechnik und Hochbau¹,
AIT Austrian Institute of Technology GmbH², TBH Ingenieur GmbH³, Allplan GmbH⁴, ODE office for digital engineering⁵



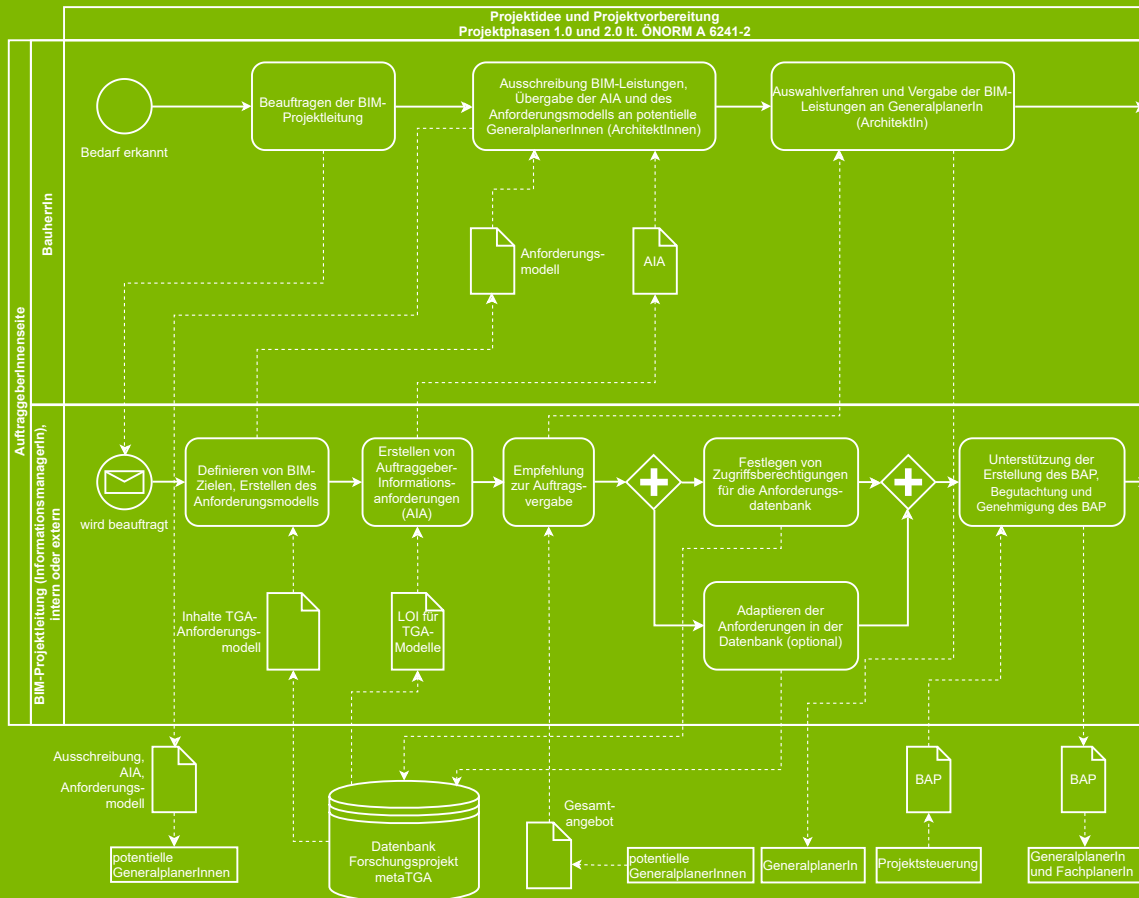
Disclaimer

Die soeben beschriebenen metaTGA-Ergebnisse stehen unter <http://www.metatga.org/ergebnisse/> als Download zur Verfügung. Folgende Hinweise sind bei der Verwendung zu beachten:

- 1.) Die zur Verfügung gestellten Dokumente (Metadaten, Prüfregeln und Prozessbeschreibungen) werden unter der Creative-Commons-Lizenz **CC BY** zur Verfügung gestellt. Somit ist das Teilen und Weiterverwenden gestattet, jedoch ist die LizenznehmerIn verpflichtet, die Urheberschaft oder die Rechteinhaberschaft in einer der Nutzung entsprechenden, angemessenen Form anzuerkennen. (Detaillierte Informationen siehe Links*)
- 2.) Die vom Forschungsprojekt metaTGA zur Verfügung gestellten Dokumente (u.a. Metadaten, Prüfregeln, Prozessbeschreibungen und metaTGA-Broschüre) haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Der Anwender nutzt die zur Verfügung gestellten Informationen und Dokumente auf eigene Gefahr und Haftung. Die Dokumente spiegeln nur die Ansichten der AutorInnen wider und das Projektteam haftet nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen.
- 3.) Die Informationen in diesen Dokumenten werden so, wie sie sind, zur Verfügung gestellt und es wird keine Gewährleistung oder Haftung übernommen, dass die Informationen für einen bestimmten Zweck geeignet sind.
- 4.) Die metaTGA-Komponenten sind für den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes (mit Ausnahme des Abbruchs) gedacht und decken unterschiedliche Anwendungsfälle ab. Eine Anwendung der metaTGA-LOI-Definition in AIAs sollte immer projektspezifisch erfolgen und die Detailtiefe sollte gegebenenfalls je nach Anwendungsfall angepasst werden.

* <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> | <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode>





μετάTGA

Metadaten und Prozessmodelle für openBIM in der TGA