

Green BIM – Bauwerksbegrünung als Teil BIM-basierter Planung und Pflege

B. Knoll, A. Renkin, J. Murschetz,
M. Monsberger, A. Knotzer,
M. Majcen, T. Weiss, C. Eichler,
M. Anwander, M. Berger, J. Kräftner,
R. Dopheide, F. Schiefermair, A. Waschl

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

42/2023

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe
unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen:
<https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

Green BIM – Bauwerksbegrünung als Teil BIM-basierter Planung und Pflege

Bente Knoll, Agnes Renkin
B-NK GmbH Büro für nachhaltige Kompetenz

Julian Murschetz, Michael Monsberger
TU Graz

Armin Knotzer, Martina Majcen, Tobias Weiss
AEE INTEC

Christoph Eichler
Flughafen Wien

Monika Anwander
Vasko+Partner

Michael Berger
team gmi

Joachim Kräftner
Kräftner Landschaftsarchitektur

Ralf Dopheide, Fabian Schiefermair
Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Alfred Waschl
building SMART Austria

Wien, Februar 2023

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention, Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung aller betroffener Bereiche wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMK publiziert und elektronisch über die Plattform www.NachhaltigWirtschaften.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Kurzfassung | 7 |
| 2 | Abstract | 9 |
| 3 | Ausgangslage | 11 |
| 3.1. | Building Information Modeling (BIM) | 12 |
| 3.1.1. | Industry Foundation Classes (IFC) | 16 |
| 3.1.2. | Nationale und internationale BIM-Normung | 17 |
| 3.1.3. | Österreichischer BIM-Merkmalserver | 18 |
| 3.2. | Bauwerksbegrünung – eine komplexe Materie | 18 |
| 3.2.1. | Fassaden-/Vertikalbegrünung | 19 |
| 3.2.2. | Innenraumbegrünung | 20 |
| 3.2.3. | Dachbegrünungen | 21 |
| 3.3. | Spezifische Ausgangslage für das Projekt | 21 |
| 4 | Projekthalt | 24 |
| 4.1. | Ziele des Forschungsprojekts | 24 |
| 4.2. | Analyse von ausgewählten Gebäude- und Bauwerksbegrünungen | 26 |
| 4.2.1. | Desktop-Recherche | 27 |
| 4.2.2. | Analyse umgesetzter Beispielgebäude | 27 |
| 4.2.3. | Dokumentenanalyse | 28 |
| 4.2.4. | Auswertung | 28 |
| 4.3. | Kriterien zur Integration von Bauwerksbegrünungen in BIM | 29 |
| 4.4. | Parameteridentifikation basierend auf Anwendungsbeispielen | 33 |
| 4.5. | BIM-Grundlagen für die Bauwerksbegrünung | 34 |
| 4.5.1. | Erarbeitung von Templates für auftraggeberseitige Spezifikationen von Green BIM-Projekten (AIAs) | 34 |
| 4.5.2. | Evaluierung und Erweiterung bestehender offener BIM-Datenmodelle | 35 |
| 4.5.3. | Entwicklung von Phasenmodellen für Bauwerksbegrünungskomponenten | 35 |
| 4.5.4. | Ausarbeitung von Prozessmodellen in Form von Use Cases | 36 |
| 5 | Ergebnisse | 37 |
| 5.1. | Analyse von ausgewählten Gebäude- und Bauwerksbegrünungen | 37 |
| 5.2. | Kriterien zur Integration von Bauwerksbegrünungen in BIM | 41 |
| 5.3. | Identifizierte Kriterien, Attribute und Parameter | 44 |
| 5.4. | Vorschläge für einen IFC-Standard aus Sicht der Bauwerksbegrünung | 47 |
| 5.5. | Template für Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) der Bauwerksbegrünung | 49 |
| 5.6. | Phasenmodelle für wichtige Bauwerksbegrünungskomponenten | 50 |
| 5.7. | BPMN-Prozessmodelle für ausgewählte Use Cases | 52 |

| | |
|---|-----------|
| 5.8. Strukturierte Daten für Bauwerksbegrünung – BIMQ..... | 53 |
| 5.9. BIM Viewer..... | 56 |
| 5.10. Markt- und Wirkanalyse | 58 |
| 5.10.1. Marktsituation (Bauwerks-)Begrünung | 58 |
| 5.10.2. Potenzieller Marktnutzen durch Green BIM | 60 |
| 5.10.3. Neue Geschäftsfelder durch Green BIM..... | 64 |
| 5.11. Analyse von 3 Geschäftsmodellen | 67 |
| 5.11.1. Modell 1: Green BIM Modelle (Objekte) | 68 |
| 5.11.2. Modell 2: Green BIM Company | 69 |
| 5.11.3. Modell 3: Bauwerksbegrünung BIM-fit | 70 |
| 6 Schlussfolgerungen..... | 72 |
| 6.1. Einheitliche BIM Standards für die Bauwerksbegrünung | 73 |
| 6.2. BIM-basierte Bauwerksbegrünung entlang der gesamten Prozesskette | 73 |
| 6.3. Bauwerksbegrünung braucht gewerkeübergreifende Zusammenarbeit | 74 |
| 6.4. Chancen für die Grüne Branche..... | 75 |
| 6.5. Praxis-Proof der Green BIM Ergebnisse..... | 75 |
| 7 Ausblick und Empfehlungen..... | 76 |
| 8 Verzeichnisse..... | 78 |
| 9 Anhang..... | 85 |
| 9.1. Data Management Plan (DMP) | 85 |
| 9.1.1. Datenerstellung und Dokumentation..... | 85 |
| 9.1.2. Ethische, rechtliche und Sicherheitsaspekte | 89 |
| 9.1.3. Datenspeicherung und -erhalt..... | 90 |
| 9.1.4. Wiederverwendbarkeit der Daten..... | 90 |

1 Kurzfassung

Motivation und Forschungsfrage: Bauwerksbegrünungen wie auch innovative großflächige horizontale Begrünungsvorhaben werden in unseren Städten immer mehr eingesetzt. Sie verbessern nachweislich das Mikroklima und erhöhen das Wohlbefinden der Menschen im direkten Wohn- und Arbeitsumfeld. Die disziplinübergreifende Materie der Bauwerks- und Gebäudebegrünung stellt allerdings ein komplexes Planungssystem dar, das immer schnittstellen- und gewerkeübergreifend zu bearbeiten ist. Vor allem hochtechnisierte Fassaden- und Dachbegrünungen verlangen eine gesamtheitliche durchdachte Planung, die abseits der Ausführung und Installation auch den laufenden Betrieb und die Grünpflege und technische Wartung der Grünsysteme miteinschließt. Dies macht eine frühzeitige und rechtzeitige Integration von Bauwerksbegrünung in BIM-Modelle umso wichtiger. In der Praxis ist es allerdings selten der Fall, dass der gesamte Lebenszyklus von Bauwerksbegrünungen von Beginn an in Planungsprozessen mitgedacht wird.

Dieser Problematik wird durch das Forschungsprojekt „Green BIM. Bauwerksbegrünung als Teil BIM-basierter Planung und Pflege“ (FFG-Nr. 873526; Laufzeit 1. November 2019 bis 30. November 2022) sowie durch die erreichten Ergebnisse Abhilfe geschaffen. Im Forschungsprojekt Green BIM hat sich ein interdisziplinäres Team zusammengeschlossen, um die Anwendung von BIM in sämtliche Prozessphasen von der Planung, über den Bau, die Grünpflege und technische Wartung von Bauwerksbegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünungen) zu bringen. Das Projekt schafft somit die Grundlagen, um die Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur, die Vegetationstechnik und speziell die Bauwerksbegrünungen auf eine Teilnahme an offenen BIM-Prozessen vorzubereiten.

Ausgangssituation / Status Quo: BIM-basierte Bauwerksbegrünungen fördern den Ansatz, Begrünungen und Grünstrukturen gleich mit dem Gebäude, beginnend von der ersten Entwurfsidee entlang der gesamten Prozesskette – Planen, Bauen und Betreiben – mitzudenken, zu simulieren, zu berechnen, zu planen und zu betreiben und damit dem/der Auftraggeber:in als überzeugende Lösung darzustellen. Während in Architektur- und Generalplanungsbüros bereits intensiv mit BIM (Building Information Modelling = eine Modelldatenbank, die alle Informationen enthält, die für die optimierte Planung, Ausführung und Bewirtschaftung eines Gebäudes erforderlich sind) gearbeitet wird, fehlen für die Landschaftsarchitektur, Landschaftsplanung und Vegetationstechnik bisher wesentliche Grundlagen. Bis dato ist eine konsistente und datenverlustfreie BIM-Modellierung von Bauwerksbegrünung nur innerhalb von proprietären Datenformaten (closed BIM) möglich, da die Industry Foundation Classes (IFC)-Schnittstelle von BIM-Modellierungssoftware für offenen Datenaustausch (open BIM) noch nicht fähig ist, Elemente der Bauwerksbegrünung hinreichend in den digitalen Modellen abzubilden.

Projekt-Inhalte und Zielsetzungen: Ziel des Forschungsprojektes Green BIM war es, die Integration von Bauwerksbegrünungen in BIM-Modellen auf mehreren Ebenen vorzubereiten, um eine Verschmelzung der Begrünungs- und BIM-Planung zur friktionsfreien Planung, Ausführung, Umsetzung und Pflege zu ermöglichen. Auch für Bauwerksbegrünungen sollten die einzelnen Strukturkomponenten geschaffen werden. Das Projekt Green BIM zielte daher darauf ab, in einem ersten Schritt Bauwerksbegrünungen in BIM-Prozessen mitzudenken und bestehende Standards (IFC / ISO 16739) zu deren Planungs- und LifeCycle-Einbindung in BIM entsprechend zu ergänzen. Ziel war

es, in Anlehnung an die Struktur und Inhalte des aktuell gültigen IFC-Standards, für die verschiedenen Fachdisziplinen, die in der Bauwerksbegrünung tätig sind, jeweils passende Strukturkomponenten (Domain/Klasse/Typen/Merkmale) zu erarbeiten, damit digitale Planungs-, Bauprozess- und Betriebsmanagementprozesse in der Bauwerksbegrünung ermöglicht bzw. unterstützt werden.

Methodische Vorgehensweise: Aufbauend auf einer umfassenden Status-Quo-Analyse mit der Bandbreite an Bauwerksbegrünungsarten und -kategorien wurden unter Einbeziehung des Stands der Technik, Normen (ÖNORM), aus (vegetations-)technischen Regelwerken und weiteren Regelwerken wie den FLL- Richtlinien sämtliche BIM-relevanten Daten aufgearbeitet. Durch die Analyse konkreter Fallbeispiele wurden im weiteren Projektverlauf die Kriterien für eine BIM-basierte Planung über den gesamten Lebenszyklus ausgearbeitet. Darauf aufbauend wurde eine Analyse von erforderlichen Parametern und Attributen für die gesamte Prozesskette „Planung – Bau – Betreiben mit Grünpflege, Wartung und Instandhaltung“ durchgeführt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen: Das Ergebnis des Projekts sind Vorschläge für einen IFC-Standard aus Sicht der Bauwerksbegrünung. Es wurden Metadaten erarbeitet, welche jene für die BIM-basierte Planung, Herstellung, Wartung und Grünpflege erforderlichen Attribute beinhalten – die sogenannte „Green BIM-IFC-Datenstruktur“ inklusive Informationen für das buildingSMART Data Dictionary (bsDD) – sowie die entsprechenden Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA). Neben diesen Vorgaben an die Datenstrukturgrundlagen entstanden im Forschungsprojekt Green BIM auch Grundlagen zu Vorgaben in Hinblick auf verschiedene Detaillierungsgrade von Modellinformationen im Projektverlauf. Diese beziehen sich auf verschiedene Abstufungen hinsichtlich der alphanumerischen (LOI) und geometrischen (LOG) Detaillierungsgraden sowie detaillierten Vorgaben zur Modellierung von Bauwerksbegrünungssystemen. Zusätzlich wurden Unterlagen für Phasenmodelle und Case Studien (Prozessmuster) ausgearbeitet.

Von den Ergebnissen des Projekts profitieren alle mit Bauwerksbegrünungsplanung/-pflege befassten Unternehmen, Organisationen, Technologieanbieter, Bauherren, Behörden und Ämter sowie das Facility Management und folgende Disziplinen erhalten einen Technologieschub: Bauwerksbegrünung, Vegetationstechnik, Landschaftsarchitektur, Landschaftsplanung, technische Wartung und Instandhaltung sowie die Grünpflege. Für die weitere Verbreitung der Projektergebnisse wurde von einigen Projektpartner:innen der „Verein zur Förderung der Grünen Baukultur“ (<https://v-gbk.org/>) gegründet.

Ausblick: Das, was im Projekt Green BIM für die Bauwerksbegrünung erarbeitet wurde, ist im Wesentlichen für die gesamte Grüne Branche relevant, um den Digitalisierungsschritt für gemeinsames digitales und integrales Planen und Arbeiten, zu setzen. Die Ergebnisse des Projekts bilden die optimale Grundlage für eine zukünftig digital verschränkte Arbeit von Architektur und Bautechnik mit Bauwerksbegrünungen. Langfristig sollen auch die zur BIM-Modellierung von Bauwerksbegrünung erforderlichen Metadaten und Datenstrukturen in den IFC-Standard einfließen. Es soll in Zukunft möglich sein Gebäudebegrünungen von der ersten Idee bis zur Strategie und Planung, dem Bau, Betrieb und Nachnutzung einzuberechnen und auch den LifeCycle in den gesamten BIM-Prozess miteinzubinden.

2 Abstract

Motivation and research question: Greening of buildings as well as innovative large-scale horizontal greening projects are increasingly used in our cities. They demonstrably improve the microclimate and increase the well-being of people in the immediate living and working environment. However, the interdisciplinary subject of building and building greening represents a complex planning system that always has to be dealt with across interfaces and trades. Highly technical façade and roof greening systems in particular require holistic, well-thought-out planning that includes not only the execution and installation, but also the ongoing operation and technical maintenance of the green systems. This makes an early and timely integration of green roofs into BIM models all the more important. In practice, however, it is rarely the case that the entire life cycle of building greening is considered in planning processes from the very beginning.

This problem has been addressed by the research project "Green BIM. Building greening as part of BIM-based planning and maintenance" (FFG no. 873526; duration 1 November 2019 to 30 November 2022) and the results achieved. In the Green BIM research project, an interdisciplinary team has come together to bring the application of BIM to all process phases from planning, construction, green care and technical maintenance of green building structures (roof, façade and interior green spaces). The project thus lays the foundations to prepare landscape planning and landscape architecture, vegetation technology and especially structural greening for participation in open BIM processes.

Initial situation/status quo: BIM-based building greening promotes the approach of thinking about, simulating, calculating, planning and operating greening and green structures together with the building, starting from the initial design idea along the entire process chain - planning, building and operation - and thus presenting a convincing solution to the client. While architecture and general planning offices are already working intensively with BIM (Building Information Modelling = a model database containing all the information required for the optimised planning, execution and management of a building), essential basics are still missing for landscape architecture, landscape planning and vegetation technology. To date, consistent and data loss-free BIM modelling of building greening is only possible within proprietary data formats (closed BIM), as the Industry Foundation Classes (IFC) interface of BIM modelling software for open data exchange (open BIM) is not yet capable of sufficiently representing elements of building greening in the digital models.

Project contents and objectives: The aim of the Green BIM research project was to prepare the integration of structural greening in BIM models on several levels in order to enable a fusion of greening and BIM planning for friction-free planning, execution, implementation and maintenance. The individual structural components should also be created for building greening. In a first step, the Green BIM project therefore aimed to include green structures in BIM processes and to supplement existing standards (IFC / ISO 16739) for their planning and lifecycle integration in BIM accordingly. The aim was to develop suitable structural components (domain/class/types/characteristics) for the various disciplines involved in building greening, based on the structure and content of the currently valid IFC standard, so that digital planning, construction process and operational management processes in building greening are enabled or supported.

Methodical procedure: Based on a comprehensive status-quo analysis of the range of green building types and categories, all BIM-relevant data was compiled, taking into account the state of the art, standards (ÖNORM), (vegetation) technical regulations and other regulations such as the FLL guidelines. Through the analysis of concrete case studies, the criteria for BIM-based planning over the entire life cycle were elaborated in the further course of the project. Based on this, an analysis of required parameters and attributes for the entire process chain "planning - construction - operation with green care, maintenance and repair" was carried out.

Results and conclusions: The results of the project are proposals for an IFC standard from the perspective of building greening. Metadata was developed that contains the attributes required for BIM-based design, construction, maintenance and green maintenance - the so-called "Green BIM IFC data structure" including information for the buildingSMART Data Dictionary (bsDD) - as well as the corresponding client information requirements (AIA). In addition to these requirements for the basic data structure, the Green BIM research project also developed basic requirements with regard to different levels of detail of model information in the course of the project. These refer to various gradations with regard to the alphanumeric (LOI) and geometric (LOG) levels of detail, as well as detailed specifications for the modelling of building greening systems. In addition, documents for phase models and case studies (process patterns) were prepared.

All companies, organisations, technology providers, building owners, authorities and agencies as well as facility management involved in green building planning/maintenance will benefit from the results of the project and the following disciplines will receive a technology boost: green building, vegetation technology, landscape architecture, landscape planning, technical maintenance and upkeep as well as green maintenance. For the further dissemination of the project results, an association „Verein zur Förderung der Grünen Baukultur“ (loosely translated: "Association for the Promotion of Green Building Culture") (<https://v-gbk.org/>) was founded by some project partners.

Outlook: What was developed in the Green BIM project for green building is essentially relevant for the entire green sector in order to set the digitalisation step for joint digital and integral planning and working. The results of the project form the optimal basis for a future digitally interlinked work of architecture and construction engineering with structural greening. In the long term, the metadata and data structures required for BIM modelling of building greening should also flow into the IFC standard. In the future, it should be possible to include building greening from the initial idea to strategy and planning, construction, operation and after-use, and also to include the life cycle in the entire process.

3 Ausgangslage

Der globale Klimawandel ist mit den zunehmenden hohen Temperaturen und sommerlicher Überhitzung deutlich zu spüren, vor allem in dicht bebauten Stadtgebieten. Im Rahmen des Green Market Report von GRÜNSTATTGRAU werden regelmäßig Städte befragt. Im aktuellen Report (Enzi et al. 2021) wurden 86 Städte angefragt, an der Erhebung mitzumachen. Aus 55 Städten und Gemeinden liegen verwertbare Antworten vor. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 64 Prozent. Aus den Rückmeldungen zu konkret in Entwicklung und Umsetzung befindlichen Strategien und Maßnahmen zum Thema Klimawandelanpassung ergibt sich ein differenziertes Bild über die Herangehensweise einzelner Stadtverwaltungen: 32 von insgesamt 50 Gemeinden, die auf die Frage nach einem strategischen Zugang in der Klimawandelanpassung geantwortet haben, entwickeln und verfolgen Maßnahmen auf Basis einer ausformulierten und von den politischen Gremien beschlossenen Strategie (15 Antworten) bzw. befinden sich zum Befragungszeitpunkt gerade in einem Strategieentwicklungsprozess (17 Antworten). Bauwerksbegrünung, also Fassaden- und Dachbegrünungen, dient als Schatten-, Kühle- und Komfortspender und ermöglicht Energieeinsparungen durch passive Strategien. Weiters ist Bauwerksbegrünung neben ihrer (stadt-)ökologischen Bedeutung auch von zunehmender Relevanz für die Baubranche und für eine Vielzahl von Produktherstellern, Planungsdisziplinen, Immobilienentwicklern und Baufirmen. Die zunehmende Bedeutung der Gebäudebegrünung zeigt sich durch die steigende Zahl realisierter Projekte. In Österreich werden beispielsweise jährlich rund 1.000.000 m² begrünte Dächer, 40.000 m² begrünte Fassaden und 2.000 m² Innenraumbegrünung installiert. Der Markt für Gebäudebegrünung ist von 2014 bis 2018 um durchschnittlich 9,6 Prozent pro Jahr gewachsen. (Enzi et al., 2020) Jüngste Änderungen in den Bauvorschriften unterstreichen die zunehmende Bedeutung der Gebäudebegrünung. Die Stadt Wien beispielsweise berücksichtigte in der letzten Bauordnungsnovelle die Begrünung von Fassaden bei Neubauten. So können Vorschriften bezüglich der vertikalen Begrünung in Bebauungspläne aufgenommen werden. (Knoll et al. 2022)

Im Bauwesen wird sowohl in der Architektur als auch in anderen beteiligten Gewerken wie Gebäudetechnik (HKLS), Elektrotechnik oder Statik das sogenannte Building Information Modelling (BIM) mehr und mehr zum Standard einer erfolgreichen, ganzheitlichen Planung. Auf die gesamte digitale Gebäudeplanung abgestimmte Begrünungskonzepte oder digital zugängliche Informationen für den reibungslosen Betrieb und die langfristige Pflege der Begrünung sind jedoch selten vorhanden. So fehlen beispielsweise oft Wasser- oder Stromanschlüsse für Bewässerung. Auch schlechte Erreichbarkeit und Zugänglichkeit für die Pflege sind die Folge nicht abgestimmter Planungs- oder Herstellungsprozesse. Eine flächendeckende Implementierung von BIM im Bereich der Landschaftsarchitektur steht noch aus. Der digitale Wandel in der Baubranche durch den Einsatz digitaler Technologien führt zu großen Veränderungen in allen unseren Wirtschafts- und Lebensbereichen. In der Bauwirtschaft stellt er uns gleichzeitig vor große Herausforderungen. Er erfordert neue Arbeitsabläufe und Produktionsweisen, sowie die Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle. Mit einem Umsatz von rund 56 Milliarden Euro (2020) trägt die Bauwirtschaft in Österreich wesentlich zum BIP bei.¹ Neue Technologien ermöglichen in der Bauwirtschaft die digitale

¹ Vgl. Factsheet der Statistik Austria zu den Branchendaten nach Wirtschaftszweigen, verfügbar unter https://www.statistik.at/fileadmin/pages/513/03_Branchendaten_nach_Wirtschaftszweig.pdf, zuletzt geprüft am 16.06.2023.

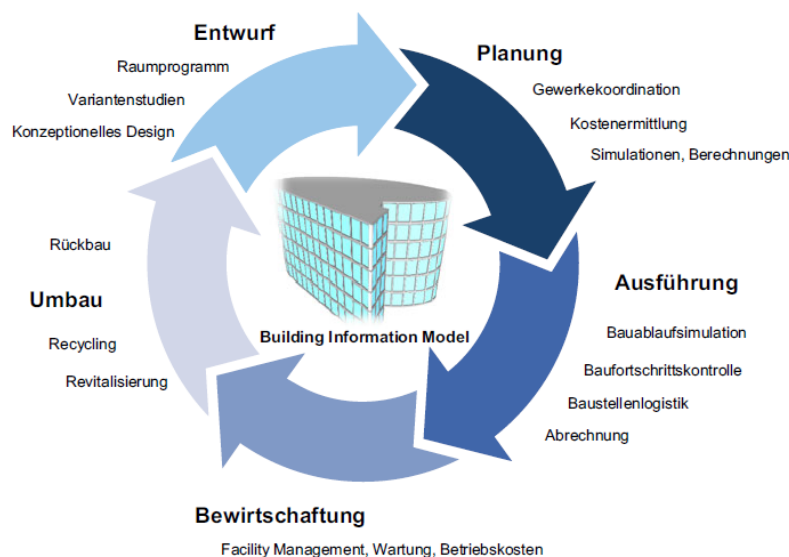
Vernetzung von der Planung, über den Bau und den Betrieb von Bauwerken, und bieten erhebliche Potenziale zur Verbesserung von Qualität und Kosteneffizienz. Dies betrifft nicht zuletzt die Integration von Begrünungssystemen in den gesamten Bauprozess, insbesondere zu einem Zeitpunkt, wo Gemeinden und Städte den Wert begrünter Gebäude erkannt haben und deren Einsatz verstärkt fördern und fordern.

Mit Hilfe von Building Information Modeling (BIM) kann durch die Erstellung eines digitalen Bauwerksmodells ein ganzheitlicher disziplinübergreifender Blick – unter Berücksichtigung der Faktoren Zeit und Kosten – auf den gesamten Lebenszyklus von der Planung, der Ausführung und der Wartung von Bauwerksbegrünungen ermöglicht werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, dass Landschaftsarchitekten und Landschaftsgärtner zu qualifizierten Teilnehmern an BIM-Prozessen werden. Bevor die Gebäudebegrünung ein vollständig integrierter Bestandteil von BIM-Projekten werden kann, müssen die notwendigen Grundlagen geschaffen werden.

3.1. Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling umfasst die Erstellung und Verwaltung von digitalen Bauwerksmodellen (BIM-Modelle), welche die physikalischen und funktionalen Eigenschaften eines Bauwerks beschreiben. BIM-Modelle bestehen über alle Lebensphasen eines Bauwerks, vom ersten Konzept bis zum Rückbau. Über den gesamten Lebenszyklus werden diese Modelle von den verschiedenen Projektbeteiligten modifiziert und aktualisiert (Abbildung 1). Daher dienen sie als verlässliche Grundlage für alle Entscheidungen, welche im Laufe des Lebenszyklus eines Bauwerks zu treffen sind.²

Abbildung 1: BIM im Lebenszyklus eines Gebäudes (Quelle: Borrmann et al. 2015)



² Vgl. National BIM Standard US, verfügbar unter <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1>, zuletzt geprüft am 28.02.2023.

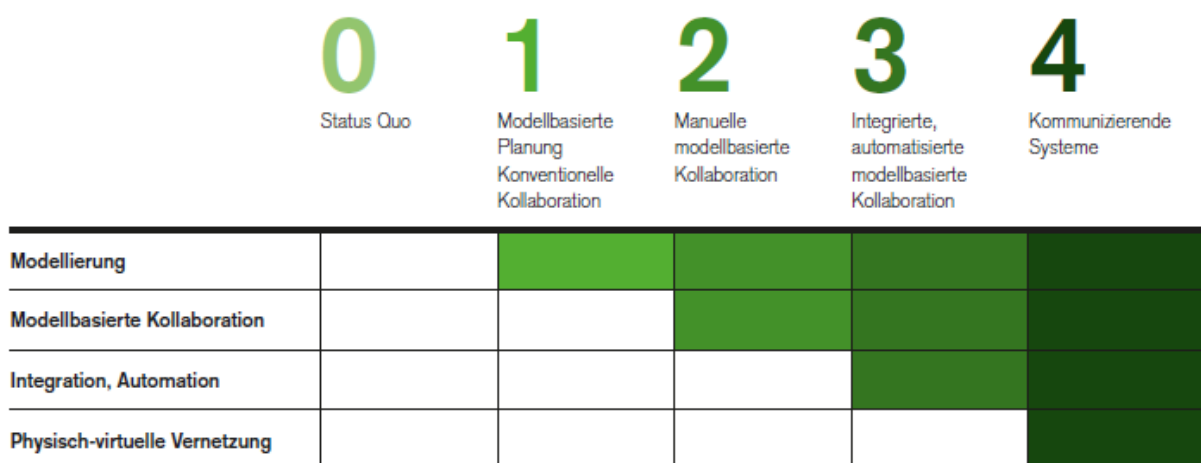
Building Information Modeling – kurz BIM – versteht sich als eine Arbeitsweise, bei der die ganzheitliche Betrachtung des Planens, Bauens und Bewirtschaftens im Fokus steht. Wird dieser ganzheitliche Ansatz der BIM-Arbeitsmethode weitergedacht, so erfordert er einen Kulturwandel im Bauwesen und eine neue Form der teamorientierten Zusammenarbeit.

BIM-Modelle setzen sich aus verschiedenen Fachmodellen zusammen, welche von der jeweiligen Fachdisziplin erarbeitet und gepflegt werden. Die einzelnen Fachmodelle werden vom BIM-Gesamtkoordinator/von der BIM-Gesamtkoordinatorin im Koordinationsmodell zusammengesetzt. Auf diesem Weg können mögliche Konflikte frühzeitig erkannt und gelöst.

Die Einführung, Umsetzung und Förderung von BIM ist eine Managementaufgabe, die Methode BIM lässt sich auf Projekte jeder Größe anwenden und ist eine Grundsatzentscheidung für eine bestimmte Planungsmethode – und keine Zusatzleistung. Die BIM Methode enthält neue, zusätzliche Leistungen, z. B. die BIM Gesamtkoordination des Planungsteams u. a. zur kollisionsfreien Planung, die von den geltenden traditionellen Leistungsbildern abweichen, aber einen erheblichen Mehrwert innerhalb des Projektes schaffen. BIM kann umso effizienter eingesetzt werden, je stärker gemeinschaftliches Handeln in Planungsprozessen vertraglich verankert ist und je tiefer BIM in der Wertschöpfungskette genutzt wird.

Eine Umstellung auf BIM gelingt den Anwender:innen nicht von heute auf morgen, eine schrittweise Einführung der Prozesse ist notwendig. Grundsätzlich sind die für BIM erforderlichen Technologien schon vorhanden, derzeit fehlen klar definierte Anforderungen und Schnittstellen für alle Teilnehmer:innen von BIM-Prozessen. Von „Bauen digital Schweiz“ (BdCH) wurde hierfür der „Stufenplan Schweiz – Digital Bauen, Planen und Betreiben“ mit vier Entwicklungsstufen entworfen. Für jede Stufe wurde eine Zielsetzung hinsichtlich Modellierung, Kollaboration, Integration und Vernetzung definiert (Abbildung 2).

Abbildung 2: Anwendungstiefe von BIM entlang des Stufenplans (Quelle: Bauen Digital Schweiz et al. 2018)



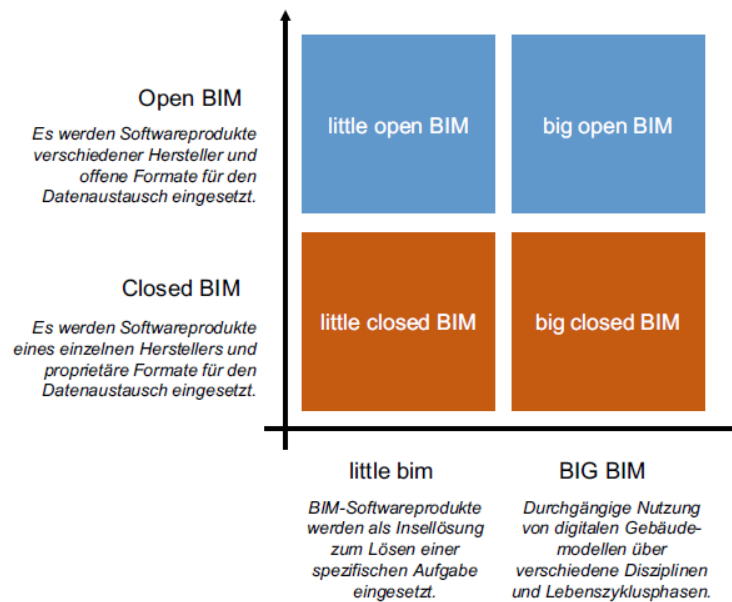
Nachfolgend eine kurze Beschreibung der Stufen:

- Stufe 0: Status Quo – keine gemeinsam strukturierten Datenmodelle, überwiegend analoger Austausch
- Stufe 1: modellbasierte Arbeit einzelner Beteiligter, überwiegend konventioneller Austausch („little BIM“)
- Stufe 2: Zusammenarbeit auf Basis von Modellen, manuelle Integration und Abstimmung („big BIM“)
- Stufe 3: Zusammenarbeit auf Basis von Modellen, automatisierte Integration und Abstimmung
- Stufe 4: Kommunizierende Systeme - Verknüpfung der physischen mit der virtuellen Welt (Internet of Things und cyber-physische Systeme)

Der Stufenplan dient einerseits als „Kommunikationsinstrument“ zur Einbindung, Verständigung und Koordination der Beteiligten, andererseits trägt er dazu bei, Ziele einfacher und systematischer zu erreichen. Mit dem Stufenplan wird der Grad der digitalen Durchgängigkeit der jeweiligen Stufe als abstraktes Modell beschrieben. Auf diese Weise lässt sich der Transformationsprozess strukturieren und der Mehrwert für alle Beteiligten stufengerecht und transparent aufzeigen. Ziel des Stufenplans besteht in der schrittweisen und koordinierten Einführung der Digitalisierung in die Schweizer Bau- und Immobilienbranche. Die größte Herausforderung liegt in der stufenweisen Herstellung der digitalen Durchgängigkeit der Wertschöpfungskette „Bau“ über alle Beteiligten hinweg. (vgl. Bauen Digital Schweiz et al. 2018)

BIM-Prozesse können in „little BIM“ und „big BIM“ eingeteilt werden. Bei little BIM wenden einzelne Projektteilnehmer:innen innerhalb einer Disziplin BIM an, für Kommunikationszwecke nach außen werden weiterhin 2D-Pläne verwendet. Bei big BIM wird von allen beteiligten Organisationen entlang der Prozesskette über alle Lebenszyklusphasen über das BIM-Modell kommuniziert. Für Datenaustausch und Koordination werden Cloud-Lösungen herangezogen. Nach Borrmann et al. (2015) kann zusätzlich zu den Begriffen little BIM und big BIM zwischen closed BIM und open BIM unterschieden werden, wie Abbildung 3 zeigt. Für closed BIM kommen ausschließlich Softwareprodukte eines Herstellers zum Einsatz, während bei open BIM Softwareprodukte unterschiedlicher Hersteller und offene Datenaustauschformate eingesetzt werden.

Abbildung 3: Unterschiedliche BIM-Einsatzmöglichkeiten (Quelle: Borrmann et al. 2015)



Der BIM-Markt gliedert sich generell in zwei verschiedene, grundlegend unterschiedliche, Ansätze, nämlich open BIM und closed BIM.

- Closed BIM wird derzeit nur von einem Hersteller (Autodesk) proklamiert und basiert auf der Kernidee alle verschiedenen Disziplinen eines Projektes mit der gleichen Software in einem einheitlichen digitalen Gebäudemodell zusammen arbeiten zu lassen. Etwaige Zusatzfunktionen werden mittels AddOns in diese Software eingebunden. Die Datenstrukturen dieser closed BIM-Projekte sind individuell und daher zumeist Insellösungen mit einer erschwerten projektübergreifenden oder unternehmensübergreifenden Kollaboration.
- Open BIM basiert auf einem seit 2013 international einheitlich spezifizieren Standard (ISO 16739) und dem damit verbundenen offenen IFC-Datenformat (Industry Foundation Classes). Diese Entwicklung wird durch die internationale Organisation buildingSMART geführt. Die Implementierung von IFC kann durch jeden Hersteller von BIM-Applikationen durchgeführt werden. Dieser Prozess wird mittels einer Zertifizierung von buildingSMART überwacht. Open BIM ermöglicht die Kollaboration von Planungsteams mit unterschiedlichen BIM-Applikationen, gewährleistet die Lesbarkeit der getauschten Daten für die nächsten 60 Jahre und ist daher die bevorzugte Lösung aller derzeit existierenden BIM-Standards (z. B. PAS1192, ÖN A6241-2, SIA 2051). Darüber hinaus können öffentliche Auftraggeber:innen nur open BIM-Planung ausschreiben, da sie keine Produktfestlegungen bei Planer:inAN/BauAN treffen dürfen und nur auf diesem Weg die Gewährleistung einer uneingeschränkten Lesbarkeit der Modelldaten von Planer:inAN/BauAN über den Lebenszyklus des Bauwerks haben.

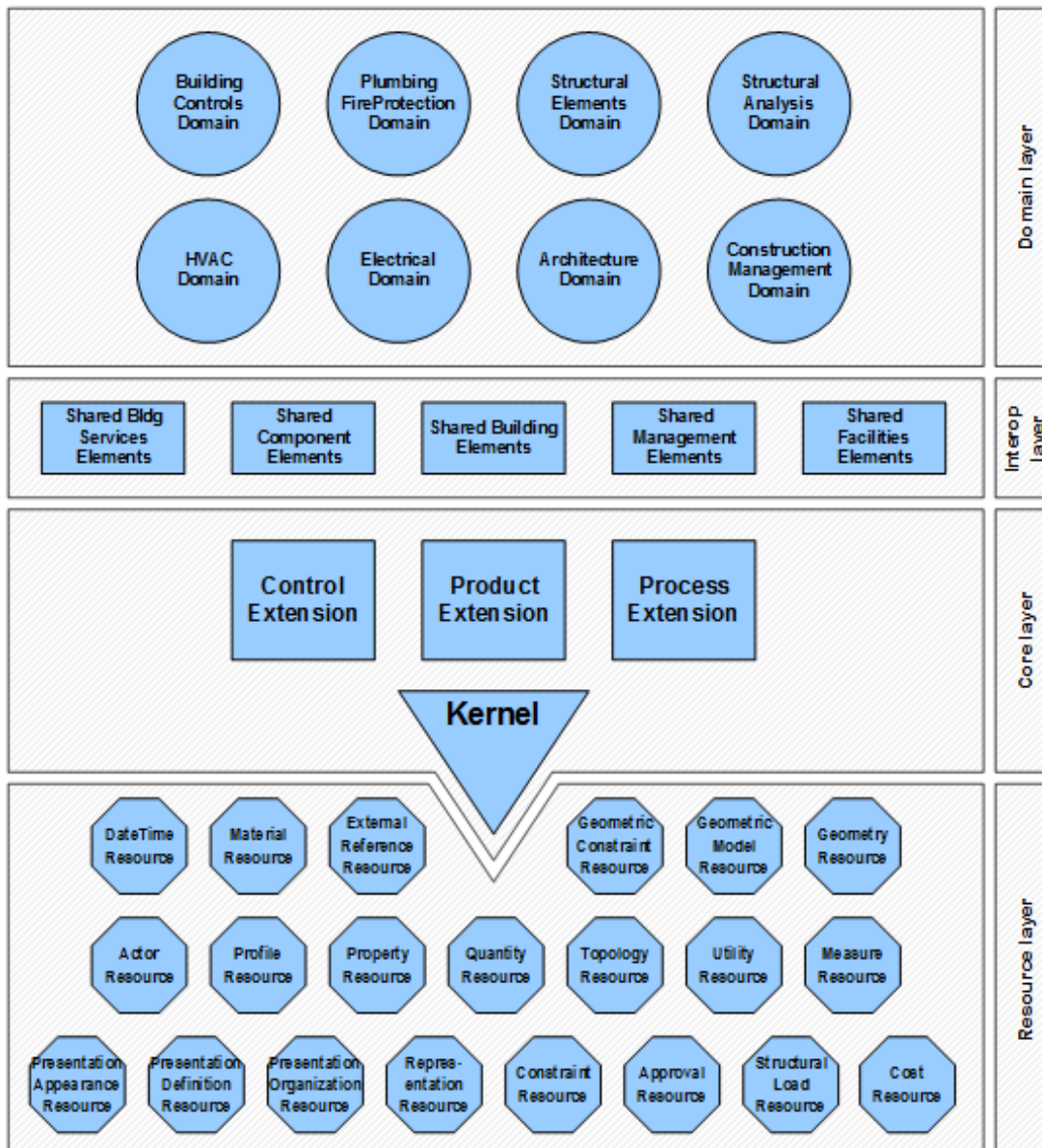
Bauprojekte auf open BIM Basis erfordern offene Standards. Laut Borrmann et al. (2015) etablierte sich das offene IFC-Format in den letzten Jahren als wichtigster Standard für Open-BIM. Alle derzeit existierenden nationalen BIM-Standards (z. B. UK: PAS1192, CH: SIA2051, AT: ÖN A6241-2) definieren

open BIM als Vorgabe. Zahlreiche BIM-Anwendungen, von Modellierungswerkzeugen über Berechnungsprogramme bis zur Software für Facility Management unterstützen bereits IFC. Aufgrund der frei verfügbaren Datenstruktur von IFC ist das Format außerdem Grundlage aller staatlicher Initiativen zur Einführung von BIM in öffentliche Bauvorhaben. Mit fortschreitender Entwicklung von Computer- und Softwaresystemen bzw. immer höheren Übertragungsraten für netzwerkbasierendes Arbeiten, wird das gemeinsame Arbeiten an rechenintensiven 3D-Modellen zunehmend erleichtert. Für Bautechnik und Architektur finden sich in der IFC-Datenstruktur umfangreiche Definitionen mit detaillierter Ausgestaltung. In der Bauwerksbegrünung wird BIM bislang nur vereinzelt angewandt. Aus diesem Grund fokussiert dieses Forschungsprojekt auf die Ergänzung der derzeitigen Standards der IFC-Schnittstelle um die Datenstrukturkomponenten zur Abbildung der Gebäudebegrünung.

3.1.1. Industry Foundation Classes (IFC)

IFC ist ein offenes und standardisiertes Datenformat, mit welchem BIM-Modelle softwareneutral abgebildet und ausgetauscht werden können. Der IFC-Standard wird von buildingSMART, einer internationalen Organisation mit nationalen Chapters, herausgegeben und weiterentwickelt. Durch die Normierung des IFC-Standards mit der ISO 16739 wurde dieser in vielen Ländern zum verbindlichen Austauschformat für öffentlichen Vergabe- und Genehmigungsverfahren. Das IFC-Datenmodell wird, wie Abbildung 4 zeigt, aufgrund seiner Komplexität in vier Schichten (Layer) aufgeteilt. (vgl. Borrmann et. al., 2015)

Abbildung 4: Schema der IFC-Datenstruktur (Quelle: buildingSMART, 2016)



Diese Aufteilung vereinfacht die Wartbarkeit und Erweiterbarkeit von IFC. Grundsätzlich gilt, dass Klassen der oberen Layer auf die der unteren Layer verweisen dürfen, aber nicht umgekehrt. Auf diese Weise bleiben die grundlegenden Klassen am Core-Layer unabhängig. Klassen auf dem Ressource-Layer sind nicht von Klassen des Core-Layer abgeleitet, weshalb sie keine eigenständigen Objekte im IFC-Datenmodell darstellen. Klassen auf dem Ressource-Layer können nur von anderen Klassen referenziert werden. Das Datenschema von IFC kann mit den Datenmodellierungssprachen EXPRESS und XML dargestellt werden. Derzeit liegt der Schwerpunkt des IFC-Standards (IFC4) auf der Gebäudebeschreibung. Bauliche Anlagen der Infrastruktur befinden sich in der Entwicklung (vgl. Borrmann et al. 2015).

3.1.2. Nationale und internationale BIM-Normung

In **Österreich** wurde 2015 vom Austrian Standards Institute (ASI) eine BIM-Norm in zwei Teilen herausgegeben:

- ÖNORM A 6241-1: Digitale Bauwerksdokumentation, Teil 1: CAD-Datenstruktur und Building Information Modeling (BIM) - Level 2; Mit dieser Norm werden die wichtigsten Begriffe, Strukturen und Darstellungsgrundlagen für den Austausch von 2D-CAD-Dateien und BIM-Modelle werden festgelegt. (Austrian Standards Institute, 2015a)
- ÖNORM A 6241-2: Digitale Bauwerksdokumentation, Teil 2: Building Information Modeling (BIM) - Level 3-iBIM; Diese Norm beschäftigt sich mit den Definitionen von Strukturen betreffend den Austausch bzw. die Zusammenarbeit mit digitalen Gebäudemodellen. Die ÖNORM schafft die Grundlagen für einen umfassenden, einheitlichen, produktneutralen, systematisierten Austausch der Sachdaten und der zugehörigen grafischen Informationen auf Basis von IFC (Industrial Foundation Classes) und bSDD (buildingSmart DataDictionary). (Austrian Standards Institute, 2015)

In **Deutschland** wird vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI) bereits in Auszügen die 11-teilige Richtlinie VDI-2552 herausgegeben. Mit dieser Richtlinienreihe werden internationale Standardisierungsansätze in nationale Richtlinien umgesetzt. (Verein Deutscher Ingenieure, 2019) Auch auf Europaebene wurden bzw. werden immer noch Regelwerke für BIM ausgearbeitet. Die Arbeitsgruppe CEN/TC 442 des European Committee for Standardization hat bis Ende 2018 folgende BIM-Normen herausgegeben. (European Committee for Standardization, 2019)

- EN ISO 12006-3 2016: Struktur Objekt- u. Attributdatenbanken (z. B. bSDD)
- EN ISO 16739 2017: Industry Foundation Classes (IFC)
- EN ISO 19650-1 2018: Konzepte für Datenmanagement aller BIM-Akteur:innen
- EN ISO 19650-2 2018: Informationsaustausch der Lieferphase des BIM-Prozesses
- EN ISO 29481-1 2017: Methodik und Format - Information Delivery Manual (IDM)
- EN ISO 29481-2 2016: Interaktionsstruktur - Information Delivery Manual (IDM)

3.1.3. Österreichischer BIM-Merkmalserver

Standardisierte Bauteilbezeichnungen und Beschreibungen in jeder Projektphase sind für einen friktionslosen Austausch von BIM-Modellen essenziell. Hierfür wurde in Österreich der Merkmalsserver des Austrian Standards Institut (ASI-Merkmalserver) entwickelt. Die Serverstruktur ist Bestandteil der ÖNORM A 6241-2. Der ASI-Merkmalserver weist dieselbe Struktur wie das buildingSMART Data Dictionary (bSDD). Aufgrund der analogen Strukturen können die Begriffe des ASI-Merkmalserver mit den Begriffen des bSDD abgeglichen und in das bSDD übernommen werden, wodurch sie mit einem weltweit einzigartigem Globally Unique Identifier (GUID) versehen werden. Im Rahmen des vom Land Tirol geförderten Forschungsprojekts „freeBIM.connect“ wird der Merkmalsserver von der Uni Innsbruck weiterentwickelt.

3.2. Bauwerksbegrünung – eine komplexe Materie

Gebäudebegrünung und Bauwerksbegrünung werden im deutschsprachigen Raum meist synonym verwendet. Grundsätzlich werden drei Formen der Gebäudebegrünung differenziert: Dach-, Fassaden-/Vertikal- und Innenraumbegrünung. Bauwerksbegrünungen umfassen Begrünungen von „Bauwerken“ – also neben Gebäuden für Wohn-, Arbeits- und kulturelle Zwecke auch technische Bauwerke, wie Lärmschutzwände, Stiegenanlagen, Brücken oder Talsperren.

3.2.1. Fassaden-/Vertikalbegrünung

Fassaden-/Vertikalbegrünung umfasst alle Formen der Begrünung von Fassaden oder senkrechten Wänden, insbesondere mit Kletterpflanzen. Eine Vertikalbegrünung der Fassade kann auf verschiedene Arten durchgeführt werden. Die genaue Benennung ist nach wie vor ungeklärt und reicht von „Living Walls“ im englischsprachigen Raum bis hin zu „Murs végétaux“ (vertikale Gärten) im französischen Sprachraum und einer genaueren Differenzierung im deutschsprachigen Raum mit „bodengebundene Fassadenbegrünungen“ und „fassadengebundene Begrünungen“ (vgl. Köhler 2012). Letztendlich wird zwischen diesen beiden Formen unterschieden, wobei es sich bei ersterem um ein System handelt, demnach die Pflanzen entlang der Fassade mit dem natürlich gewachsenen Boden verwurzelt sind. (vgl. Preiss et al. 2013; Köhler 2012) Diese Begrünung kann mit Kletterpflanzen (Blauregen, Waldreben, echter Wein etc.), welche eine Kletterhilfe benötigen, erfolgen oder mit selbstkletternden Pflanzen. Bei der fassadengebundenen Variante befinden sich die Pflanzen ebenfalls an der Fassade, benötigen allerdings keinen Bodenanschluss. Sie werden meist in einzelne Tröge gesetzt, welche anschließend an ein Gerüst befestigt werden, welches wiederum an den Baukörper angebracht wird. Es besteht die Möglichkeit einer Vielzahl an Trägerstrukturen, in die eine Bepflanzung erfolgt. Diese reichen von typischen Substraten bis hin zu nährstoff- und wasserspeichernden, erdlosen Schäumen oder substratfreien Vliesystemen. Auch die Auswahl an möglichen Pflanzenarten für Fassadenbegrünungen ist sehr groß. (ebd.)

In Österreich wird die Vertikalbegrünung, dem Stand der Technik gemäß ÖNORM L 1136 „Vertikalbegrünung im Außenraum“ entsprechend, in fünf Kategorien von Vertikalbegrünungen unterteilt. Diese Kategorien unterscheiden sich im Wesentlichen in Bezug auf die Pflanzstandorte, wie bodengebundene, troggebundene oder wandgebundene Standorte. Das zweite Unterscheidungsmerkmal betrifft die Art der Pflanzen, wie Kletterpflanzen oder freistehende Pflanzen. Je nach Pflanzenart gibt es unterschiedliche Voraussetzungen im Hinblick auf das Gebäude und auf die Standortbedingungen. Große Unterschiede zeigen sich bei den verschiedenen Begrünungsformen beim Errichtungsaufwand und bei den erforderlichen Pflege- und Wartungsmaßnahmen (Dopheide et al. 2021). Vertikalbegrünungen werden unterteilt in:

- Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern: Hier werden selbstklimmende Kletterpflanzen verwendet, die direkt im Erdreich wachsen und keine Rankhilfe brauchen. Die Selbstklimmer wachsen auf den Fassadenflächen mithilfe ihrer Haftwurzeln oder Haftscheiben. Für die Größe der zu begrünenden Fläche sind Wuchshöhe, Form der verwendeten Pflanzenarten und das Volumen des Wurzelraumes entscheidend.
- Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfen und Kletterpflanzen: Es werden Kletterpflanzen verwendet, die im Erdreich wachsen, aber eine Rankhilfe brauchen. Die Kletterhilfen für die funktionale Begrünung müssen an die artspezifische Wuchsform der Pflanzenart angepasst werden. Kletterhilfen geben gemeinsam mit dem Volumen des Wurzelraumes Bereich und Umfang der zu begrünenden Fläche vor.
- Troggebundene Vertikalbegrünung: Auch bei dieser Art der Begrünung werden Kletterpflanzen verwendet. Im Gegensatz zur bodengebundenen Vertikalbegrünung wachsen die Kletterpflanzen dabei in aufgestellten Pflanztrögen. Bei dieser Art der Vertikalbegrünung können Kletterpflanzen an Fassaden verwendet werden, bei denen kein Erdanschluss möglich ist. Die zu begrünende Fläche entscheidet über die Pflanzenart und die Notwendigkeit von Rankhilfen.

- Wandgebundene Vertikalbegrünung – teilflächige Vegetationsträger: Der Lebensraum der Pflanzen, welche zur Vertikalbegrünung verwendet werden, wird komplett bodenunabhängig am Baukörper selbst geschaffen. Der Wurzelraum der Pflanze ist auf eine teilflächige Vegetationstragschicht mit Substrat begrenzt, das Begrünungssystem wird damit in den meisten Fällen zur hinterlüfteten Fassade. Für den Betrieb ist eine automatische Bewässerungsanlage notwendig, die eine regelmäßige, in manchen Fällen tägliche Versorgung der Pflanzen mit Wasser gewährleistet.
- Wandgebundene Vertikalbegrünung – vollflächige Vegetationsträger: Die Pflanzen wachsen am Gebäude bodenunabhängig in einer vollflächigen Vegetationstragschicht, welche in den meisten Fällen die Funktion einer hinterlüfteten Fassade erfüllt. Die modularen oder flächigen Vegetationsträger werden aus mehreren Vlieslagen mit oder ohne Substrat beziehungsweise aus anderen Trägerstoffen, wie Fasermatten oder Steinmodulen, aufgebaut. Je nach Aufbau finden die Pflanzen dort mehr oder weniger Wurzelraum und Halt zum Wachsen vor. Für den Betrieb ist eine automatische Bewässerungsanlage notwendig, die eine regelmäßige, bei Bedarf mehrmals tägliche Versorgung der Pflanzen mit Wasser und Nährstoffen gewährleistet.

3.2.2. Innenraumbegrünung

Innenraumbegrünung umfasst „die dauerhafte, meist ortsfeste Begrünung geschlossener Räume“ (Köhler 2012). Alle Faktoren, die für das Pflanzenwachstum wichtig sind, wie Licht, Wasser; Nährstoffe und Pflege müssen technisch gewährleistet werden. Neben typischen Pflanzinseln gewinnt auch die wandgebundene Begrünung im Innenraum, die mitunter keine Fläche für anderweitige Nutzungen in Anspruch nimmt, und trotzdem dieselben positiven Effekte mit sich bringt, zunehmend an Bedeutung. Überdachte Innenhöfe und verglaste Loggien stellen eine Mittelstellung zwischen Innen- und Außenbegrünung dar und sind unter gärtnerischen Aspekten mit Kalthäusern im Gewächshausbau vergleichbar (vgl. Köhler 2012).

Gemäß der ÖNORM L 1133 „Innenraumbegrünung - Planung, Ausführung und Pflege“, ist eine Innenraumbegrünung ortsgebunden mit oder ohne Bodenanschluss, mobil, als Hydrokultur oder in Form von begrüntem Wänden, also als Vertikalbegrünung, möglich. Vertikale Innenraumbegrünungen können mithilfe verschiedener Rahmen- und Trägerkonstruktionen aufgebaut werden. Die Pflanzen wachsen auf Hydrokulturen, auf Innenraums substraten, technischen Substraten oder auf der Basis von Vliesen. Die Nährstoffversorgung wird meist an die Bewässerung gekoppelt, welche, abhängig von der Ausführung, über eine automatisch gesteuerte Wasserzuleitung oder einen Wassertank erfolgt. Die Pflanzenauswahl für die Innenraumbegrünung richtet sich nach den Raumverhältnissen. Mit entsprechender Beleuchtung und Bewässerung sind punktuelle Standortverbesserungen möglich. Zu den bautechnischen Anforderungen der vertikalen Begrünung im Innenraum zählen neben den vegetationsgerechten Licht- und Klimaverhältnissen wurzelfeste und wasserdichte Pflanzgefäße sowie die ausreichende statische Belastbarkeit der zu begrünenden Fläche. Be- und Entwässerung müssen kontrollierbar sein. Zugänge müssen vorhanden sein, die das Austauschen und Pflegen von Pflanzen und die Wartung der technischen Einrichtungen ermöglichen.

3.2.3. Dachbegrünungen

Dachbegrünung umfasst die gesamte Palette an Begrünungsmöglichkeiten, die auf Gebäudeoberflächen möglich ist (Köhler 2012, S. 15) – mit unterschiedlichsten Begrünungsaufbauten, von Extensivsystemen mit nur wenigen Zentimetern Aufbauhöhe und trockenheitsverträglichen Bepflanzungen bis zu intensiven hochaufbauenden Systemen für Gehölze und z. B. geeignet für Aufenthaltszwecke. Im Vergleich zur relativ jungen Disziplin der Vertikalbegrünungen deren Systemhersteller noch nicht auf die BIM-basierte Datenaufbereitung setzen, gibt es im Bereich der Dachbegrünungen zwei Systemanbieter, die ihre Gründachsysteme zumindest z.T. BIM-basiert aufbereitet haben: Fa. ZinCo-Greenroof und Fa. Optigrün. In Österreich gibt es verschiedenste Normen zu Bauwerksbegrünungen. Darüber hinaus werden auch relevante FLL-Richtlinien der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. für die Planung, die Ausführung, die Pflege, Wartung und Instandhaltung herangezogen.

Bei den Aufbauten von Dachbegrünungen werden gemäß ÖNORM L 1131 „Gartengestaltung und Landschaftsbau - Begrünung von Dächern und Decken von Bauwerken - Anforderungen an Planung, Ausführungen und Erhaltung“ folgende Formen unterschieden:

- Reduzierte Extensivbegrünung, z. B. Sedum-Moos-Begrünung
- Extensivbegrünung, z. B. Sedum-Gras-Kraut-Begrünung
- Reduzierte Intensivbegrünung, z. B. niedrige Stauden-Begrünung
- Intensivbegrünung, z. B. Stauden-Gehölz-Begrünung

3.3. Spezifische Ausgangslage für das Projekt

Während in Architektur- und Generalplanungsbüros bereits intensiv mit BIM (Building Information Modelling = eine Modelldatenbank, die alle Informationen enthält, die für die optimierte Planung, Ausführung und Bewirtschaftung eines Gebäudes erforderlich sind) gearbeitet wird, fehlen für die Landschaftsarchitektur und Vegetationstechnik bisher wesentliche Grundlagen (Brückner et al. 2019). Zurzeit gibt es noch keine Möglichkeit Begrünungen auf einer standardisierten Grundlage in open-BIM-Projekte zu integrieren bzw. die dabei benötigten Komponenten mittels IFC abzubilden. Bis dato ist eine konsistente und datenverlustfreie BIM-Modellierung von Bauwerksbegrünung nur innerhalb von proprietären Datenformaten (closed BIM) möglich, da die Industry Foundation Classes (IFC)-Schnittstelle von BIM-Modellierungssoftware für offenen Datenaustausch (open BIM) noch nicht fähig ist, Bauwerksbegrünung hinreichend abzubilden.

Behelfsmäßig werden in der Landschaftsarchitektur aktuell geometrische Elemente wie „Slab“, oder „column“ verwendet, um grüne Bauelemente zu beschreiben. Unter „building element proxy“ können weitere Elemente zugeordnet werden, für die sonst keine sinnvollen Elemente herangezogen werden können, dies ist jedoch für einen BIM-basierten Prozess nicht zielführend. Weiters können selbstverständlich individuell und projektbezogen Attribute und Elementbeschreibungen durch die Auftraggebenden bzw. BIM-Koordination definiert und von den planenden Landschaftsarchitekt:innen eingefordert werden (über BAP und AIA). Dies erfolgt allerdings „chaotisch“ und unstrukturiert, zumeist ohne fachlichen Background, und mitunter auch ohne eingehende Diskussion mit dem Auftraggeber und die Frage, welche Daten bzw. Attribute denn eigentlich tatsächlich erforderlich und verwertbar sind. Diese Tatsache scheint einem gewissen

aktuellen „Hype“ auf der Auftraggeber:innen-Seite geschuldet, einen BIM-Prozess vom beauftragten Planungsteam einzufordern, ohne bereits selber über geeignete Strukturen oder technische Möglichkeiten auf der Auftraggeber:innen-Seite zu verfügen. Der Mehrwert der BIM-Planung, konsistente und mitunter umfangreiche Dateninformationen über das Modell zu generieren und zu transportieren, geht dadurch leider verloren.

Bereits existierende BIM-Modelle für Bauwerksbegrünung (wie von der Firma Optigrün) liegen in proprietären Formaten vor (nicht für open-BIM geeignet), sind nicht herstellerunabhängig, und decken thematisch nur einen kleinen Teil der Bauwerksbegrünung ab. Darüber hinaus fehlt es diesen Modellen oft an wichtigen pflanzenbezogenen Parametern (Exposition, Wuchsverhalten: hoch/breit, Wüchsigkeit/Deckungsgrad, Wasserbedarf, Düngebedarf, Pflegeaufwand, Laubphase: sommergrün/wintergrün etc., Boden/pH, Winterhärtezone, Blütenfarbe, Laubfarbe u. Ä.). Wichtige Elemente der Bauwerksbegrünung können also bislang nicht mit IFC abgebildet werden, da die dafür notwendigen Strukturkomponenten (Domain/Klasse/Typen/ Merkmale/Modelleinheiten) noch nicht angepasst oder überhaupt definiert wurden. Für die Vegetationstechnik, im Speziellen begrünte vertikale Wände, ist BIM deshalb noch Neuland.

Für Bauwerksbegrünung oder auch Landschaftsarchitektur existiert im IFC4-Standard keine eigene Domäne. Auch unter der Architecture Domain (Domain-Layer) und den Shared Building Elements (Interop-Layer), wo man Bauwerksbegrünung thematisch verorten könnte, existieren keine Elemente für die Bauwerksbegrünung. Auf der untersten Ebene des IFC4-Standards, dem Resource-Layer, fehlen zudem wichtige Klassen der Material-Ressource wie zum Beispiel Humus oder Pflanzsubstrate, aber auch Materialeigenschaften wie zum Beispiel Pflanzennährstoffe, welche für die BIM-Modellierung von Elementen der Bauwerksbegrünung erforderlich wären. Laut buildingSMART International (2019) können Pflanzen und weitere Gestaltungselemente in IFC4 nur manuell über `IfcBuildingElementProxy` definiert werden. Auch am ASI-Merkmalserver, welcher die auf IFC aufbauenden normativen Vorgaben für Österreich trägt, sind zahlreiche Vorgaben für den Hochbau hinterlegt, jedoch nur sehr abstrakte Vorgaben für die Bauwerksbegrünung. Eine exemplarische Suchanfrage an den ASI-Merkmalserver betreffend „Pflanze“, „Blumentrog“ und „Rankhilfe“ zeigt, dass nur wenige Bauwerksbegrünungskomponenten in dem dort erarbeiteten Datenstrukturentwurf verfügbar sind, und viele notwendige Attribute (vor allem die Pflanzen betreffend) nicht vorhanden sind. Während bei einem Blumentrog nur Abmessungen und Farbe (5 Parameter) festgelegt werden können, kann beispielsweise eine Tür mit 71 Parametern für den gesamten Lebenszyklus bestimmt werden. Problematisch ist nach wie vor die grafische 3D-Darstellung des lebenden Baustoffes „Pflanze“. Mit seinen vielfältigen Qualitäten werden hohe Rechenleistungen und Übertragungsraten gefordert. Komplexe Landschaftsformen oder Geländemodellierungen werden deshalb noch gesondert, also außerhalb des Gebäudemodells, bearbeitet.

Wie zuvor bereits erwähnt, sind die vorhandenen IFC-Strukturkomponenten für Architektur und Bautechnik ausreichend definiert. Demnach ist für diese Branchen der Einsatz für BIM bei öffentlichen Bauvorhaben grundlegend vorbereitet. Allerdings werden Begrünungen aufgrund des Klimawandels in Zukunft verstärkt bei Strategie- und Planungsprozessen mitgedacht werden. Aufgrund der fehlenden Beschreibung in der IFC-Datenstruktur für Bauwerksbegrünungen, der fehlenden Musterdokumente für Anforderungsbeschreibungen und der Tatsache, dass keine Phasenmodelle und Prozessmuster bzw. Use Cases für Bauwerksbegrünung existieren, ist eine verknüpfende Arbeit entlang der Prozesskette Planen, Bauen und Betreiben von Bauwerksbegrünung noch nicht möglich.

Pflanzen, Bodenaufbau, Drainagen und weitere für die Bauwerksbegrünung wichtige Objekte, konnten bislang noch nicht mit dem IFC-Standard abgebildet werden. Für die Vegetationstechnik, im Speziellen für begrünte vertikale Wände, war BIM noch Neuland.

Diese Lücke konnte durch das Forschungsprojekt Green BIM und den nun vorliegenden Ergebnissen entlang der gesamten Prozesskette (Strategie und Planung, Bauen, Betrieb und Nachnutzung) geschlossen werden.

4 Projekthinhalt

4.1. Ziele des Forschungsprojekts

Ziel des Forschungsprojektes Green BIM war es die Integration von Gebäudebegrünungen in BIM Modellen auf mehreren Ebenen vorzubereiten.

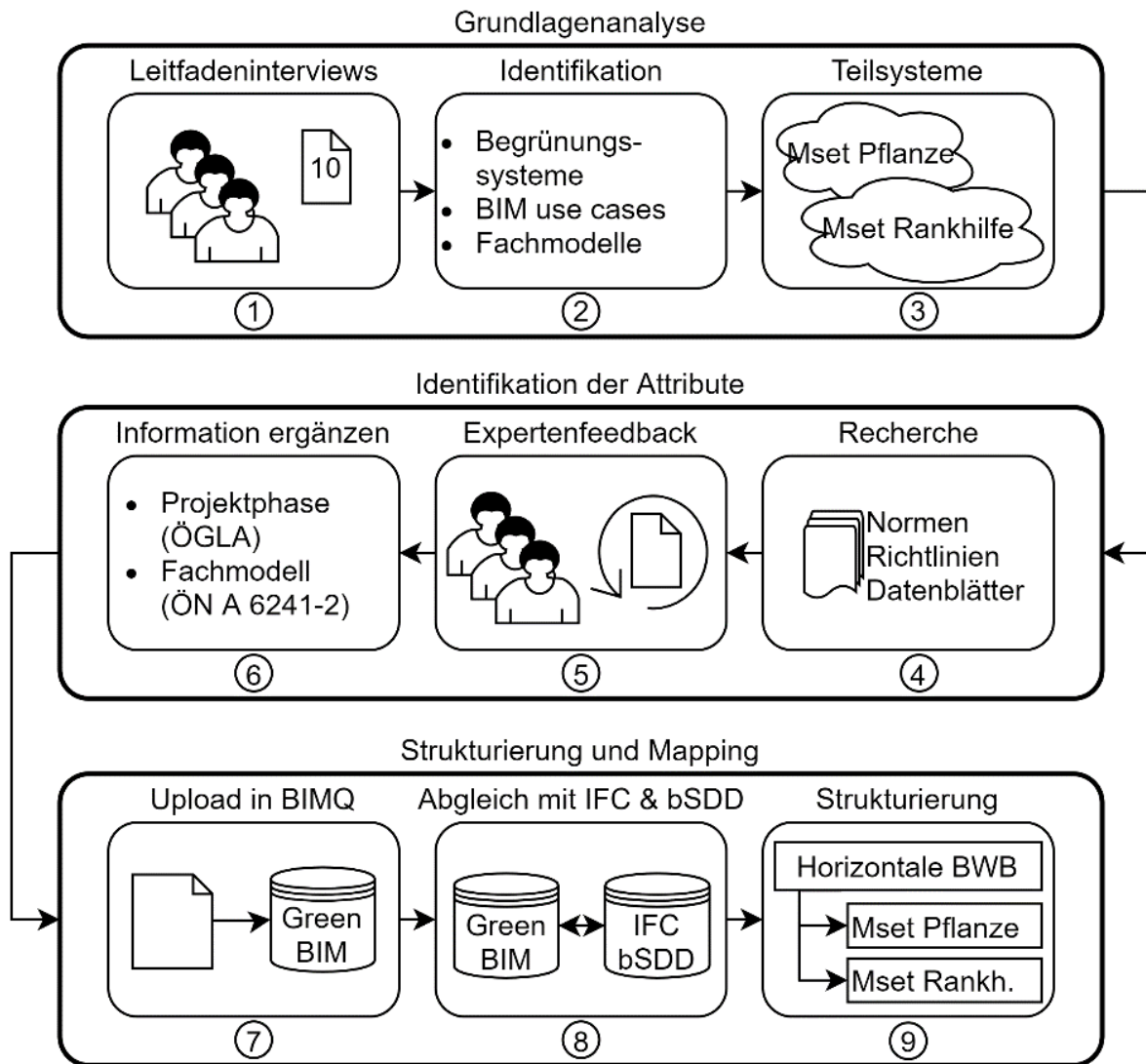
Konkretes Ziel des Projekts war die Schaffung von Grundlagen für die BIM-Modellierung von Bauwerksbegrünungen (Verschmelzung der Begrünungs- und BIM-Planung) zur friktionsfreien Planung, Herstellung, Wartung und Grünpflege. Auch für Bauwerksbegrünungen sollten die einzelnen Strukturkomponenten geschaffen werden, um durch IFC in open BIM einzufließen. In Zukunft soll es möglich sein Gebäudebegrünungen von der ersten Idee bis zur Strategie und Planung, dem Bau, Betrieb und Nachnutzung einzuberechnen und auch den LifeCycle in den gesamten (BIM-)Prozess miteinzubinden. Das Projekt bewegte sich daher entlang der gesamten Prozesskette von der Prozessphase „Strategie und Planung“ über die Phasen „Bauen“ und „Betrieb“ bis zur Prozessphase „Nachnutzung“.

Zur Erreichung des übergeordneten Projektziels wurden folgende Teilziele verfolgt:

- Schaffung einer Grundlage und Analyse verschiedener durchgeführter Varianten der Quartiersbegrünung und Bauwerksbegrünung
- Erhebung der BIM basierten Anforderungen von Bauwerksbegrünungen und deren Auswirkungen auf Energie, nachhaltige Planung und Gebäudebegrünungsrealisierungen
- Erstellen von Grundlagen für einen generischen open BIM-Prozess für Bauwerksbegrünung
- Entwickeln von Konzepten zur kommerziellen Anwendung von open BIM-Standards
- Wissenstransfer zu Stakeholder:innen

Die im Rahmen des Forschungsprojekts Green BIM verwendeten Methoden sind in Abbildung 5 schematisch dargestellt. Grundsätzlich kann die Methodik in die drei Schritte „Grundlagenanalyse“, „Identifikation der Attribute“ und „Strukturierung und Mapping“ zu je drei Teilschritten unterteilt werden.

Abbildung 5: Übersicht die Methoden im Projektverlauf (Quelle: Murschetz et al. 2022)



Im Forschungsprojekt Green BIM wurden – wie Abbildung 5 zeigt – aufbauend auf einer umfassenden Status-Quo-Analyse von bestehenden Bauwerksbegrünungen die Kriterien für eine BIM-basierte Planung über den gesamten Lebenszyklus (Planung, Ausführung, Pflege, Wartung) ausgearbeitet. Dazu wurden zu Beginn 10 bestehende, begrünte Bauwerke analysiert (Abbildung 5 - Schritt 1). Die Auswahl der analysierten Bauwerke sollte ein möglichst breites Spektrum an realisierten oder geplanten Gebäudebegrünungen abdecken. Interviews mit ausgewählten Akteur:innen (Planer:in, Gebäudeeigentümer:in, Facility Manager:in), die an den Projekten beteiligt waren, dienten dazu, technische Herausforderungen, technologische und kommunikative Lücken zu identifizieren. Anschließend wurden die verschiedenen Systeme der Bauwerksbegrünung (und deren Teilsysteme), BIM-Anwendungsfälle und Fachmodelle identifiziert (Abbildung 5 - Schritte 2 und 3).

Aufbauend auf dieser umfassenden Status-Quo-Analyse mit der Bandbreite an Bauwerksbegrünungsarten und -kategorien wurden unter Einbeziehung des Stands der Technik, Normen (ÖNORM), aus (vegetations-)technischen Regelwerken und weiteren Regelwerken wie den FLL-Richtlinien sämtliche BIM-relevanten Daten aufgearbeitet (Abbildung 5 - Schritt 4). Darauf aufbauend wurde die erforderlichen Attribute für die gesamte Prozesskette „Planung – Bau – Betreiben mit Grünpflege, Wartung und Instandhaltung“ einem Feedbackprozess von Expert:innen aus

Landschaftsarchitektur und Landschaftsbau unterzogen (Abbildung 5 - Schritt 5), bevor für jedes Attribut Informationen bezüglich Projektphase und Verantwortlichkeit ergänzt wurden (Abbildung 5 - Schritt 6).

Im nächsten Schritt wurden die zuvor identifizierten Bauwerksbegrünungssysteme, Fachmodelle, BIM-Anwendungsfälle und zu Attributsets (Asets) gruppierte Attribute in BIMQ, eine Datenbank für Anforderungsmanagement in BIM-Prozessen, importiert (Abbildung 5 - Schritt 7). Anschließend wurde durch die Analyse von konkreten Fallbeispielen von Bauwerksbegrünungen geprüft, inwieweit für die Bauwerksbegrünung typische Planungsschritte mit branchentypischer Software BIM-gerecht bearbeitet werden können und wie offene Standards ergänzt werden müssten, um für Gebäudebegrünung typische Planungsschritte mit branchentypischer Software BIM-gerecht bearbeiten zu können.

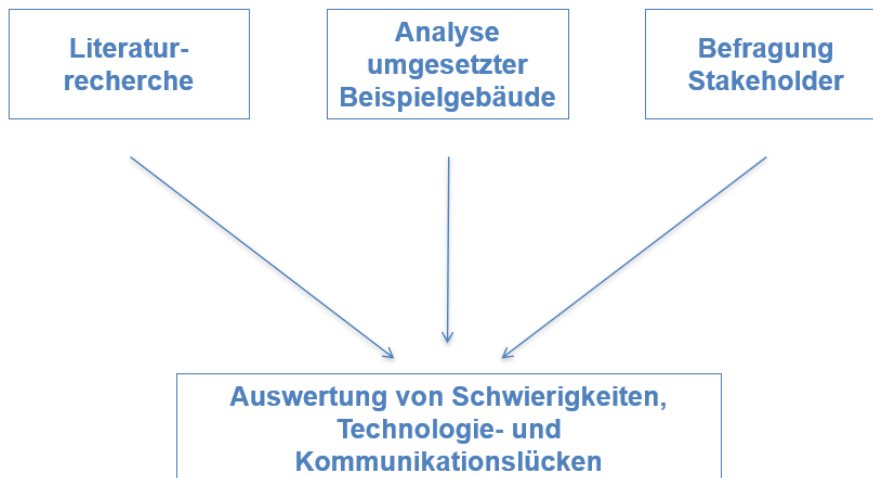
Angepasst an den internationalen IFC-Standard wurden für die verschiedenen Fachdisziplinen, die in der Bauwerksbegrünung tätig sind, jeweils passende Strukturkomponenten (Domain/Klasse/Typen/Merkmale/Modelleinheiten) erarbeitet, damit digitale Planungs-, Bauprozess- und Betriebsmanagementprozesse in der Bauwerksbegrünung unterstützt werden. Im Projekt wurde erstmals Bauwerksbegrünung in BIM-Prozessen mitgedacht und es wurden bestehende Standards (IFC / ISO 16739) zu deren Planungs- und Life-Cycle-Einbindung in BIM entsprechend ergänzt (Abbildung 5 - Schritt 8). Durch die Zuordnung der Asets zu den Bauwerksbegrünungssystemen in BIMQ (Abbildung 5 - Schritt 9) ist es möglich, Attribute je nach BIM-Anwendungsfall, Projektphase und Fachmodell direkt in der BIM-Modellierung anzuwenden, wobei seitens BIMQ alle gängigen BIM-Softwareumgebungen unterstützt werden.

Zusätzlich wurden allgemein gültige Musterdokumente für Auftraggeber-Informationsanforderungen und Prozessbeschreibungen für open BIM Projekte im Feld der Landschaftsarchitektur erarbeitet, sowie Phasenmodelle und spezifische Use Cases (Prozessmuster) für die praktische Anwendung von Open-BIM in Gebäudebegrünungsprojekten aufgezeigt.

4.2. Analyse von ausgewählten Gebäude- und Bauwerksbegrünungen

Um einen fundierten Einblick in die unterschiedlichsten Parameter der Gebäudebegrünung zu bekommen, die in einem entsprechend praxistauglichen BIM Modell abgebildet werden sollen, wurden einerseits bereits umgesetzte Praxisbeispiele detailliert untersucht und andererseits eine umfassende Literaturrecherche zu den Themen Begrünung und BIM durchgeführt.

Abbildung 6: Eingesetzte Methoden in der Grundlagenanalyse (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



4.2.1. Desktop-Recherche

Zunächst wurde eine Literatur- und Umfeldanalyse zum Stand bei der Einbindung von innovativer Begrünungstechnik in die BIM-basierte Planung und Facility Management durchgeführt. Ziel war es, relevante Artikel und Studien zu den Themen „BIM“ und „Begrünung“ zu sammeln und zu dokumentieren. Die Recherche diente dazu einen Überblick darüber zu erhalten wie stark BIM-basierte Planungsprozesse zum entsprechenden Zeitpunkt (April 2020) in der österreichischen Landschaftsarchitekturszene (im deutschsprachigen Raum im weitesten Sinne) vertreten waren.

Die Einteilung der Literatur erfolgte dabei in folgende Kategorien:

- (BIM-basierte) Planung
- Herstellung/Errichtung
- Facility Management
- Technische Gebäudeausrüstung
- Demoprojekte

Gleichzeitig erfolgte auch eine zunächst grobe Einteilung nach der Art der Begrünung. Dazu wurden folgende Begrünungsarten definiert:

- Dachbegrünung
- Vertikalbegrünung
- Innenraumbegrünung
- Vertikalbegrünung als eigenständige Konstruktion, nicht als Teil der Gebäudehülle

4.2.2. Analyse umgesetzter Beispielgebäude

Zehn in der Praxis umgesetzte Beispiele von Bauwerksbegrünungen wurden im Rahmen von Konsortialtreffen und internen Workshops so ausgewählt, dass sie Daten und Lessons Learned aus realen Bauwerksbegrünungen, wie Dach-, Fassaden- und Innenraum- sowie auch

Vertikalbegrünungen im direkten Umfeld von Gebäuden begrünte Lärmschutz- bzw. „Trennwände“, begrünte Fluchstiegen etc. für das Projekt liefern konnten. Die Auswahl der Projekt-Beispiele sollte einen möglichst breiten Bereich umgesetzter bzw. gerade in Planung oder Umsetzung befindlicher Bauwerksbegrünungen abdecken.

Folgende Beispiele der Bauwerksbegrünung wurden im Projekt untersucht:

- Sargfabrik – Wien (Dachbegrünung)
- Hubschrauber-Hangar – Flughafen Wien (Dachbegrünung)
- Biotope City – Wien (Dachbegrünung, Vertikalbegrünung – in Umsetzung)
- ÖBB-Headquarter – Wien (Innenraumbegrünung)
- Raiffeisen Tower – Wien (Vertikalbegrünung, nicht Teil der Gebäude Hülle)
- Gartenregal Florasdorf – Wien - (Vertikalbegrünung, nicht Teil der Gebäude Hülle)
- IKEA am Westbahnhof – Wien (Vertikalbegrünung – in Umsetzung)
- UNIQA Landesdirektion – Graz (Vertikalbegrünung)
- At the Park Hotel – Baden (Vertikalbegrünung)
- Bildungscampus Landgutgasse – Wien (Vertikalbegrünung – in Planung)

Für jedes der untersuchten Beispiele wurde ein Fact Sheet mit den erhobenen Daten erstellt.

4.2.3. Dokumentenanalyse

Zu den umgesetzten Begrünungsprojekten wurden in einer Dokumentenanalyse und anhand eines im Projekt entwickelten Fragebogen Unterlagen, eingesetzte Technologien, Kosten, die Prozesskette von Planung bis Pflege erhoben, dokumentiert und nach einem gemeinsam definierten Analyseraster („Faktenmatrix“), der Aspekte wie Flächen, Materialien, Be- und Entwässerung, Stromverbrauch u. Ä. abbildet, analysiert. Im Rahmen der Rechercharbeiten zu den ausgewählten Praxis-Beispielen wurden technische Daten und Kosten bzw. unterschiedliche Kostenarten zur Erarbeitung von Indikatoren und Benchmarks aus den Projekten erfasst.

Ausgewählte Stakeholder:innen, die in den umgesetzten Begrünungsprojekten beteiligt waren, wurden kontaktiert und es wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt. Es wurden jene Informationen abgefragt, die nicht durch die Recherche und Dokumentenanalyse abgebildet werden konnten. Die Ergebnisse sind ebenso in den vorab entwickelten internen Fragebogen sowie die Analyse eingeflossen.

4.2.4. Auswertung

Im nächsten Schritt wurden aufgetretene Schwierigkeiten, Technologie- und Kommunikationslücken für die weitere Arbeit im Projekt analysiert, Daten aufbereitet, Bezug nehmend auf Planung – Bau – Betrieb ausgewertet und für die Weiterarbeit in Form von Tabellen und internen Dokumenten dargestellt. Somit standen für die folgenden Arbeitspakete reale Daten bestehender Bauwerksbegrünungen als Grundlage einer BIM-basierten Erfassung zur Verfügung. Die Analyse der zehn ausgewählten Bauwerksbegrünungen, die die gesamte Bauwerksbegrünungs-Variationsbreite darstellen, bildete die Grundlage für die weitere Herangehensweise und Arbeitsmethoden, die für die Integration in die Methodik BIM erforderlich waren.

4.3. Kriterien zur Integration von Bauwerksbegrünungen in BIM

Zur Ausarbeitung der Kriterien, Grundlagen zur Kostenermittlung und Wirkungen von Bauwerksbegrünung wurden Normen, Richtlinien, Fachliteratur, Begrünungsvarianten und Grünsysteme unterschiedlicher Hersteller bzw. Anbieter herangezogen sowie mit dem eigenen Fachwissen und vegetationstechnischen Erfahrungsschatz erweitert. Zudem wurden die aus der Analyse der zehn Beispiele (siehe Kapitel 4.2) gewonnenen Erkenntnisse, Anforderungen und Lücken in die Kriterien für Maßnahmen zu Planung, Bau und Betrieb/Pflege eingearbeitet. Auf der Basis der zehn bereits realisierten bzw. teilweise in der Planungs- oder Umsetzungsphase befindlichen Beispielen zur Bauwerksbegrünung wurden zunächst aufgetretene technische Herausforderungen, Technologie- und Kommunikationslücken und spezifische Daten und Kennwerte für die einzelnen Varianten der Bauwerksbegrünung erhoben und analysiert. Das Ergebnis der gesamten ausgearbeiteten Kriterien wurde in einer Datenerhebungsliste (Excel) für eine weitere Bearbeitung mit dem Datenverarbeitungssystem „BIMQ“ gesammelt.

Im Einzelnen umfassten die ausgewählten Beispiele folgende Vertikalbegrünungskategorien und Dachbegrünungsaufbauten:

Aufbauten von Dachbegrünungen (lt. ÖNORM L 1131 Ausgabe: 2010-06-01):

- reduzierte Extensivbegrünung, z. B. Sedum-Moos-Begrünung
- Extensivbegrünung, z. B. Sedum-Gras-Kraut-Begrünung
- reduzierte Intensivbegrünung, z. B. niedrige Stauden-Begrünung
- Intensivbegrünung, z. B. Stauden-Gehölz-Begrünung

Kategorien der Vertikalbegrünung (lt. ÖNORM L 1136 Ausgabe: 2021-04-01):

- Kategorie I - Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Selbstklimmern
- Kategorie II - Bodengebundene Vertikalbegrünung mit Rankhilfen und Kletterpflanzen
- Kategorie III - Troggebundene Vertikalbegrünung
- Kategorie IV - Wandgebundene Vertikalbegrünung – Teilflächige Vegetationsträger
- Kategorie V - Wandgebundene Vertikalbegrünung – Vollflächige Vegetationsträger

Innenraumbegrünungen (teilweise nach ÖNORM L 1133 Ausgabe: 2017-03-01)

- wandgebundene Systeme
- troggebundene Systeme mit und ohne Kletterhilfen
- Sonderfall: bodengebundene Bepflanzungen indoor

Aufbauend auf dieser umfassenden Status-Quo-Analyse mit der Bandbreite an Bauwerksbegrünungen und -kategorien wurden unter Einbeziehung des Stands der Technik, Normen (ÖNORM), aus (vegetations-)technischen Regelwerken und weiteren Regelwerken wie den FLL-Richtlinien sämtliche BIM-relevanten Daten aufgearbeitet. Durch die Analyse der konkreten Fallbeispiele wurden im weiteren Projektverlauf Kriterien für eine BIM-basierte Planung über den gesamten Lebenszyklus ausgearbeitet. Darauf aufbauend wurde eine Analyse von erforderlichen Parametern und Attributen für die gesamte Prozesskette „Planung – Bau – Betreiben mit Grünpflege, Wartung und Instandhaltung“ durchgeführt. Für die Kriterien-Erstellung wurden die derzeit am Markt

befindlichen Produkte bzw. Grünwand- und Gründachsysteme von allen namhaften Herstellern berücksichtigt.

Zunächst wurden dabei unterschiedlichste Produktgruppen, Baustoffe und Pflanzen, die im Zuge der Herstellung von Bauwerksbegrünungen eingesetzt werden, zusammengetragen. Es wurden Komplettsysteme von Bauwerksbegrünungs-Herstellern, einzelne Komponenten zu Fassaden- und Dachbegrünungen sowie beispielsweise relevante Unterkonstruktionen in Excel-Listen gebündelt und für die weitere Datenverarbeitung aufbereitet. Die Daten umfassen die Planungsparameter für Bauwerksbegrünungen, insbesondere für komplexe wand- und dachgebundene Systeme, weitere Einflussfaktoren auf die Planung und Umsetzung von Gebäudebegrünungen geeignete Pflanzen und deren Wüchsigkeit/Deckungsgrad, Standortansprüche usw. sowie die Grünpflege, Wartung und Instandhaltung im laufenden Betrieb. Anforderungen und Lücken wurden aufgezeigt, wie z. B. erforderliche Detaillierungsgrade in der Planung, Pflanzenarten, Dünger, Pflanzenschutzmittel und technische Substrate.

Folgende Fachliteratur und Quellen wurden primär zur Ausarbeitung der Kriterien herangezogen:

Normen:

- ÖNORM L 1131 „Gartengestaltung und Landschaftsbau - Begrünung von Dächern und Decken auf Bauwerken - Anforderungen an Planung, Ausführung und Erhaltung“ (2010)
- ÖNORM L 1133 „Innenraumbegrünung - Planung, Ausführung und Pflege“ (2017)
- ÖNORM L 1136 „Vertikalbegrünung im Außenraum - Anforderungen an Planung, Ausführung, Pflege und Kontrolle“ (2021)

Richtlinien:

- FLL-Dachbegrünungsrichtlinie – Planung, Bau und Instandhaltungen von Dachbegrünungen (2018)
- FLL-Fassadenbegrünungsrichtlinie – Planung, Bau und Instandhaltung von Fassadenbegrünungen (2018)
- FLL-Bewässerungsrichtlinie – Planung, Installation und Instandhaltung von Bewässerungsanlagen in Vegetationsflächen (2015)

Der Leitfaden für Fassadenbegrünung (in verschiedenen Auflagen) der Stadt Wien (Preiss et al. 2013; Krauss et al. 2019) bietet Fachleuten und der interessierten Bevölkerung grundlegende Informationen zum Thema Fassadenbegrünung. Der Leitfaden soll zudem als Entscheidungshilfe für die unterschiedlichen vertikalen Begrünungsvarianten nach deren ökologischen und technischen Funktionen dienen. Im Spezifischen wird auch auf technische Grundlagen eingegangen wie Fassadentypen, Lasteinwirkung und -verteilung, Baustoffe, Brandschutz, Instandhaltung und technische Wartung, Standort und Expositionen, Gebäude- und Begrünungshöhen, Substrate und Substratersatzstoffe.

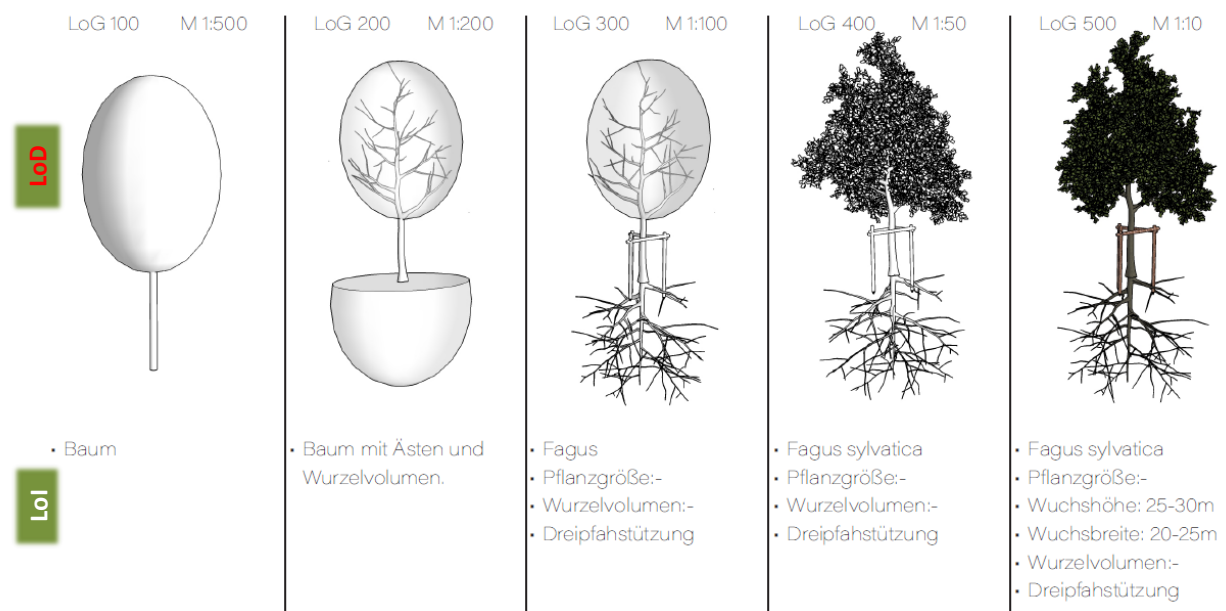
Ein wesentlicher Aspekt bei der Ausarbeitung der Kriterien, war die Detailschärfe. Durch den Level of Detail (LOD) kann im Rahmen der BIM-basierenden Planung der Informationsgehalt und der Detaillierungsgrad genau definiert werden. Dabei wird eine aufbauende Skala (LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500) verwendet, wobei jede Stufe einen höheren Informationsgehalt besitzt.

Somit kann das BIM-Modell von der Planungsphase bis hin zur Ausführungsphase differenziert betrachtet werden. Die aufgelisteten Modelle besitzen folgenden Detaillierungsgrad:

- Vorentwurfsmodell – LOD/LOI 100
- Entwurfsmodell – LOD/LOI 200
- Genehmigungsmodell – LOD/LOI 300
- Ausführungsmodell – LOD/LOI 400
- As-built Modell – LOD/LOI 500

Die folgende Abbildung 7 veranschaulicht die unterschiedlichen Stufen einer BIM-basierten Planung am Beispiel eines Baums.

Abbildung 7: LOD/LOI am Beispiel eines Baums. (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



Auf Basis der einzelnen Level of Details (LOD) wurden die unterschiedlichsten Systemkomponenten herausgearbeitet. Da Bauwerksbegrünungen sehr komplexe Aufbauten und Zusammenhänge aufweisen können, wurden die verschiedenen Einsatzgebiete einer Begrünung definiert. Vor allem auf der Produktebene wurden sehr detailliert die eingesetzten Systemkomponenten definiert.

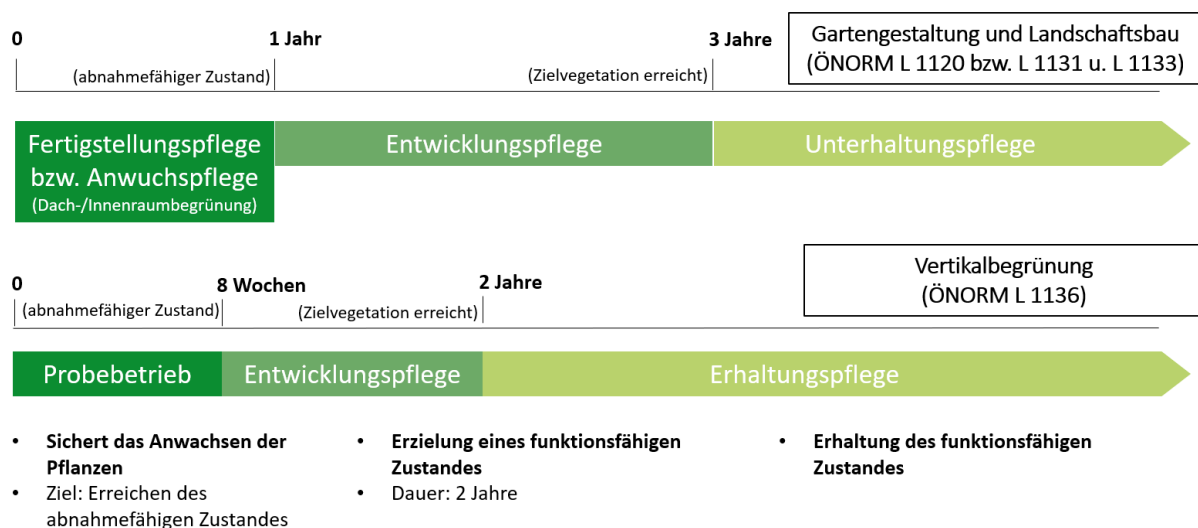
Für die Kriterien-Ausarbeitung wurden zunächst unterschiedlichste Produktgruppen, Baustoffe und Pflanzen, die im Zuge der Herstellung von Bauwerksbegrünungen eingesetzt werden, zusammengetragen. Es wurden Komplettsysteme von Bauwerksbegrünungs-Herstellern, einzelne Komponenten zu Fassaden- und Dachbegrünungen sowie beispielsweise relevante Unterkonstruktionen in Excel-Listen gebündelt und für die weitere Datenverarbeitung aufbereitet. Die Daten umfassten die Planungsparameter für Bauwerksbegrünungen, insbesondere für komplexe wand- und dachgebundene Begrünungen, weitere Einflussfaktoren auf die Planung und Umsetzung von Gebäudebegrünungen, geeignete Pflanzen und deren Wüchsigkeit/Deckungsgrad, Standortansprüche usw. sowie die Anforderungen an die Grünpflege, Wartung und Instandhaltung im laufenden Betrieb. Erfordernisse und Lücken wurden aufgezeigt, wie z. B. erforderliche

Detaillierungsgrade in der Planung, Pflanzenarten, Dünger, Pflanzenschutzmittel und technische Substrate. Ein Schwerpunkt bildete dabei auch die Steuerungs- und Regelungstechnik und insbesondere die für die automatische Bewässerung notwendigen Komponenten. Darüber hinaus wurde erhoben, für welche Bauteile es schon IFC-Klassen gibt. Hier sind in einem sehr geringen Ausmaß einige wenige Bauteile und Komponenten im Dachbegrünungssektor schon in IFC-Klassen abgebildet.

Die erarbeiteten Kriterien wurden darüber hinaus für die Prozesskette Planen, Bauen und Betreiben geclustert und Grundlagen für Ausschreibungen und Kostenermittlungen erarbeitet. Die recherchierten Kosten dienen als Grundlage und beschreiben grobe Richtpreise mit Bandbreiten für die Herstellung und Pflege unterschiedlicher Formen der Bauwerksbegrünung.

Als Grundlage zur Kriterien-Ausarbeitung im Bereich der Grünpflege und technischen Wartung im laufenden Betrieb wurde Bezug genommen auf die nachfolgende Übersicht der unterschiedlichen Grünpflegephasen für die Dachbegrünung, Innenraumbegrünung und Vertikalbegrünung dargestellt.

Abbildung 8: Die Phasen der Grünpflege von Bauwerksbegrünungen (Quelle: Dopheide et al. 2021)



Zu den einzelnen Varianten von Gebäude- und Bauwerksbegrünungen (Dach, Fassade, Innenraum) wurde Daten in den Bereichen Mikroklima, Energie, Ökologie, Lebensqualität, Wasser und Ökonomie recherchiert (Mann et al. 2021). Für die BIM-basierte Planung wurden Werte in Form von Metadaten aufbereitet. Die recherchierten Grundlagen für die einzelnen Formen der Bauwerksbegrünungen und deren Wirkungen wurden im BIM Modell hinterlegt und in weiterer Folge in das Datenverarbeitungssystem BIMQ eingearbeitet.

Basierend auf den ermittelten Anforderungen an die BIM-Modellierung von Bauwerksbegrünung (Horizontal-, Vertikal- und Innenraumbegrünung) wurden Parameter identifiziert, welche im BIM-Modell der Bauwerksbegrünung für BIM-Anwendungsfälle vorhanden sein sollten.

- Anforderungsdefinition
- Modellierung/Planung
- Qualitätssicherung (Modellprüfung)

- modellbasierte Ausschreibung
- Ausführung
- Wartung und Betrieb
- Simulation Mikroklima/Behaglichkeit und Energieverhalten
- Betriebskostenabschätzung
- Lebenszyklusanalyse

4.4. Parameteridentifikation basierend auf Anwendungsbeispielen

Auf Basis der aufgezeigten „Lücken“ der Implementierungsmöglichkeiten von Gebäude- und Bauwerksbegrünung in BIM Projekte, wurde in prototypischer Abwicklung anhand von Praxisbeispielen mit realen Daten von konkreten Fassaden-, Dach- und Innenraumbegrünungen ein Anforderungskatalog an IFC-Schnittstellen definiert. Die herangezogenen Anwendungsbeispiele orientierten sich an den drei grundlegenden Bauwerksbegrünungsarten wie Fassadenbegrünung (vertikale Bauwerksbegrünung), Dachbegrünung (horizontale Bauwerksbegrünung) und Innenraumbegrünung. Bei der Parameteridentifikation wurden die Anforderungen verschiedener an einem BIM-Projekt beteiligten Fachplaner:innen aus beispielsweise der Architektur, Landschaftsarchitektur, Haustechnik etc. berücksichtigt, da die Bauwerksbegrünung zahlreiche Schnittstellen mit anderen Domänen im Bauwesen aufweist. Hierfür wurden die Fachpersonen des Konsortiums aus Architektur, Landschaftsarchitektur, Garten- und Landschaftsbau, Grünpflege und Wartung, Gebäudetechnik, Bauphysik sowie Nutzer:innenbedürfnisse mit der Identifikation der aus ihrer Sicht relevanten Parameter beauftragt. Im Zuge der Parameteridentifikation dienten den Fachleuten Anwendungsbeispiele, einschlägige Normen, Richtlinien, und Praxiserfahrungen aus eigenen (BIM-) Projekten als Quellen. Es konnten zum Teil vorhandene BIM-Standards der Anwendungsbeispiele übernommen bzw. eigene Modelle im jeweiligen Bürostandard entwickelt werden. In den Anwendungsbeispielen handelt es sich um die BIM-Projekte Campus Landgutgasse, einen Hubschrauber-Hanger am Flughafen Wien und eine Fluchtstiege der Raika in Wien, welche jeweils Bauwerksbegrünungen aufweisen und als BIM-Projekte umgesetzt wurden. Informationen aus den Anwendungsbeispielen lagen in Form von Leistungsverzeichnissen, einem Pflegeprotokoll und einem IFC-Modell vor. Allgemein lässt sich zusammenfassen, dass vordergründig die Parameteridentifikation anhand der Fallbeispielen durchgeführt wurde. Fehlende Attribute, die man nicht anhand der Fallbeispielen erfasst hat, wurden auf Grundlage der Erfahrungswerte im BIMQ erweitert.

Die zur Parameteridentifikation herangezogenen Beispiele im Detail:

- Bildungscampus Landgutgasse, 1100 Wien: In den Freibereichen und auf den Dachterrassenflächen entstehen vielfältig nutzbare Grün- und Spielflächen. Begrünte Fassaden und Dachflächen tragen zur Kühlung von Gebäude und Umgebung wesentlich bei.
- Raiffeisen Tower Wien, Friedrich-Wilhelm-Raiffeisen-Platz 1, 1020 Wien: Freistehende begrünte Wand als Begrenzung der Fluchtstiege vor dem Raiffeisen Tower in Wien
- Hubschrauber-Hangar: 1300 Wien-Flughafen: Der Neubau des Hubschrauberhangars mit Aufenthalts- und Bürobereich auf dem Areal des Wiener Flughafens mit extensiv begrüntem Dach.

Basierend auf den Anwendungsbeispielen wurden aus Sicht der unterschiedlichen Gewerke – Architektur / Ausführungsplanung, Landschaftsarchitektur, Garten- und Landschaftsbau / Grünpflege und Wartung, technische Gebäudeausstattung und Bauphysik, sowie aus Perspektive der Nutzer:innen – die notwendigen Parameter für eine Integration in BIM identifiziert, sowie notwendige Schnittstellen definiert. Bei der Entwicklung wurde der Ansatz gewählt, das Geometrielevel möglichst gering und das Informationslevel entsprechend hochzuhalten.

Für die Landschaftsarchitektur wurden beschreibende Parameter erstellt, um sowohl konstruktive Elemente der Begrünung (Pflanztrog, Rankhilfe, Bewässerungsleitung, Pflanzsubstrat etc.) abbilden zu können, als auch vegetabile Elemente des Gesamtsystems (Pflanze) in ihren für Planung und Betrieb wesentlichen Aspekten darstellen zu können (beispielsweise „Artnamen“, „Pflanzengewicht“, „Wasserverbrauch“, „Wuchsform“ etc.). Die Parameter für Wartung und Instandhaltung umfassen u.a. auch die Steuerungs- und Regelungstechnik zu Bewässerung, Beleuchtung, automatischer Düngung etc. unter Berücksichtigung der Pflege- und Wartungsintervalle einzelner Komponenten. Aus Sicht der technischen Gebäudeausstattung und Bauphysik standen jene TGA-Komponenten im Zusammenhang mit Pflege, Bewässerung, Entwässerung, Mess-, Steuer- und Regeltechnik und Gebäudeautomation bezogen auf die Begrünungselemente im Fokus. Anhand der Beispielgebäude wurden Prozessabläufe und Wechselwirkungen zwischen gebäudetechnischen und raumklimatischen Parametern analysiert und in die Datenmodellierung mit offenen Standards (IFC) integriert. Aus Sicht der Bewohner:innen von begrünten Gebäuden spielt die Behaglichkeit, die sich deutlich durch Begrünungen im Innenraum erhöht, eine große Rolle. Auch in der Nachbarschaft lebende Bürger:innen profitieren von der Kühlung der Umgebungsluft. Aus diesem Grund wurden auch die sozialen Parameter eruiert, die in BIM Modellen nicht außer Acht gelassen werden dürfen.

Die Identifikation der Parameter wurde an den zwei grundlegenden Arten der Softwarelösungen in Bezug auf Offenheit unterteilt. Damit wurde sichergestellt, dass die Definition der notwendigen IFC-Parameter von Bauwerksbegrünung für einen integralen Planungsansatz gelingt und nach deren Umsetzung die Auswirkung der Bauwerksbegrünung ein fixer Bestandteil der Planung ist. Ziel war es, dass das BIM Modell die Basis bzw. die Datengrundlage für weitere Berechnungen bildet um Fragen wie z. B. den Einfluss verschiedener Bauwerksbegrünungen auf die Bauwerkskosten, die Lebenszykluskosten oder den Schallschutz bzw. das sich einstellende Mikroklima (mit deren Auswirkung auf z. B. die zu erwartende Raumtemperatur oder die abzudeckende Kühllast) beantworten zu können. Die Beantwortung der Behaglichkeitsaspekte (thermische Behaglichkeit, ...) stellte eine zusätzliche Anforderung an die Parameterdefinition der IFC-Schnittstellen dar.

4.5. BIM-Grundlagen für die Bauwerksbegrünung

4.5.1. Erarbeitung von Templates für auftraggeberseitige Spezifikationen von Green BIM-Projekten (AIAs)

Es wurden Templates für Auftraggeber:innen-Informationsanforderungen (AIAs) erarbeitet. In Zusammenarbeit mit Expert:innen wurde erhoben, welche Anforderungen an Bauwerksbegrünung (horizontale Begrünung, vertikale Begrünung und Innenraumbegrünung) von Auftraggeber:innen bei der Erstellung von AIAs zu Beginn eines BIM-Projekts zu definieren sind. Dabei wurde auf das von

buildingSMART Austria entwickelte Musterdokument zum Verfassen von AIA aufgebaut und für die Bauwerksbegrünung relevante Inhalte ergänzt:

- Projektbeteiligte und deren Fachmodelle
- Anpassungen der Projektorganisation
- normativen Grundlagen
- erforderliche Modelleinheiten
- Anwendungsfälle
- Modellspezifische Vorgaben wie Detaillierungsgrade und Modellervorgaben

Darüber hinaus wurden Level of Information (LOIs) und Level of Geometry (LOGs) für Bauwerksbegrünung entwickelt, beides Key Performance Indicators (KPIs) in BIM-Projekten. Anhand der LOIs und LOGs ist prüfbar, ob die tatsächlich ausgeführte BIM-Planung den AIAs entspricht. Das entwickelte Template unterstützt die Definition einer klaren Zielvorstellung des/der Auftraggeber:in und ermöglicht somit eine konsistente BIM-Planung.

4.5.2. Evaluierung und Erweiterung bestehender offener BIM-Datenmodelle

Derzeit verfügbare offene BIM-Datenmodelle wurden den Anforderungen der Bauwerksbegrünung an BIM-Modelle gegenübergestellt. Es wurde analysiert, wie weit Begrünungskomponenten vorhanden sind bzw. ob die Anforderungen von Bauwerksbegrünung in bestehenden Komponentenmodellen durch entsprechende Parameter abgedeckt sind und wo Erweiterungen notwendig sind. Hierfür wurde untersucht, welche der identifizierten Gebäudebegrünungssysteme und -attribute bereits durch den IFC-Standard (IFC4 ADD2 TC1) abgedeckt sind. Dazu wurden die übersetzten englischen System- und Attributnamen mit den alphabetischen Auflistungen aller Entitäten und Eigenschaften des IFC-Standards von buildingSMART International (2017) verglichen. Die übereinstimmenden IFC-Eigenschaften wurden den entsprechenden Attributen in BIMQ zugewiesen. Systeme und Attribute ohne äquivalente IFC-Eigenschaften wurden mit Namensvorschlägen für zukünftige IFC-Eigenschaften und Entitäten versehen, wodurch Lücken bei Attributen bestehender IFC-Modelle geschlossen wurden. Weiters wurden die englischen System- und Attributnamen mit den verfügbaren Entitäten und Eigenschaften des buildingSMART Data Dictionary (bSDD) von buildingSMART International (2022) verglichen. Vorhandene bSDD-Eigenschaften und ihre Beschreibungen wurden mit den entsprechenden Attributen in BIMQ verknüpft, sodass sie in bestehende Datenstrukturen übernommen werden können (z. B. in IFC über buildingSMART). Dabei wurden sämtliche Lebenszyklus-Phasen berücksichtigt, mit einem speziellen Fokus auf den Betrieb, da dieser bei Bauwerksbegrünungen eine besonders wichtige Rolle spielt.

4.5.3. Entwicklung von Phasenmodellen für Bauwerksbegrünungskomponenten

Auf Basis des Expert:innenwissens der Projektpartner:innen aus dem Konsortium wurde ermittelt, welche Begrünungskomponenten in welcher Phase (Projektphasen nach ÖNORM A 6241-2) der BIM-Planung welchen alphanumerischen Ausarbeitungsstand (Level of Information = LOI) und welchen geometrischen Detaillierungsgrad (Level of Geometry = LOG) aufweisen müssen. Hierfür wurde den im BIMQ identifizierten Attributen Informationen über die richtige Projektphase der Erstdefinition im BIM-Modell (abhängig vom jeweiligen BIM-Anwendungsfall) und das betreffende Fachmodell hinzugefügt. Die Projektphasen wurden dabei entsprechend dem Leistungsphasenmodell der

Österreichischen Gesellschaft für Landschaftsarchitektur (2016) gewählt, die Auswahl der Fachmodelle erfolgte in Anlehnung an die österreichische BIM-Norm ÖNORM A 6241-2 (2015). Das Wissen um Planungsschritte, erforderliche Informationstiefe und zeitliche Abfolgen im Projektverlauf wurde von den Expert:innen aus Landschaftsarchitektur und Landschaftsbau auf Basis ihrer Erfahrungen aus Planung, Bau und Betrieb von begrünten Gebäuden bereitgestellt. Durch die anschließende Zuweisung der Attribute zu den Bauwerksbegrünungssystemen wurden die Phasenmodelle in BIMQ fertiggestellt.

4.5.4. Ausarbeitung von Prozessmodellen in Form von Use Cases

In Anlehnung an das Use Case Management von Bauen Digital Schweiz wurden mit Hilfe des praxisbezogenen Fachwissens und der wissenschaftlichen Expertise Use Cases für folgende Anwendungen des Fachmodells der Bauwerksbegrünung ausgearbeitet:

- Ausschreibung und Vergabe
- Ökologische Bewertung
- Übergabe an die Betriebsführung

Die Prozessmodelle wurden mit der BPMN-Methode (Business Process Model and Notation) abgebildet. Das Hauptaugenmerk lag bei der Entwicklung der Use Cases auf der Einbindung der im Projekt entwickelten BIM-Grundlagen für Bauwerksbegrünung in die betreffenden Prozesse. Bei der Erstellung der BPMN-Prozessmodelle wurde weiters darauf geachtet, nicht den Stand der Technik wiederzugeben. Die Prozessmodelle sollen zeigen, wie diese Use Cases in einem idealen, reibungsfreien BIM-Projekt ablaufen würden.

Auf Basis der Technologien und Dienstleistungen für smarte Begrünung in der integrierten BIM Planung und Methodik wurden Verwertungsansätze erarbeitet. In einer internen Reflexion und Analyse der Projektergebnisse unter Moderation von Innovationsexpert:innen wurden Ansätze für Geschäftsmodelle erarbeitet. Aufbauend auf diese Ergebnisse wurden Technologien und mögliche Geschäftsmodelle detaillierter beschrieben und über eine Wirk- und Marktanalyse gefiltert. Durch Anwenden der Canvas Methode wurden generelle Geschäftsmodelle für Green BIM im Hinblick auf betroffene Branchen (Planung, Bau, Betrieb) – Geschäftsfeld-Entwicklung für das Feld „Green BIM“ generell – durch Analyse des Marktpotenzials erarbeitet. Es wurden 3 besonders erfolgversprechende Green BIM Geschäftsmodelle für KMUs spezifiziert und in Form von Business Cases detaillierter ausgearbeitet.

5 Ergebnisse

5.1. Analyse von ausgewählten Gebäude- und Bauwerksbegrünungen

Den Startpunkt bildete eine Desktop-Recherche zu den Schlagwörtern „BIM“ und „Begrünung“, bei der 93 Publikationen zu den genannten Themen identifiziert wurden. Eine vollständige Liste der untersuchten Dokumente ist dem Anhang zu entnehmen. Die Desktop-Literaturrecherche zeigte, dass das Thema Bauwerksbegrünung zunehmend an Bedeutung gewinnt, Publikationen über die Nutzung von BIM in dieser Sparte jedoch noch in ihren Anfängen stecken. Berichte über den Start der BIM Nutzung in der Landschaftsarchitektur datierten mit 2019 noch sehr jung und weitere Dokumente beschränkten sich auf erste zur Verfügung gestellte 3D BIM Objekte von Herstellern von Begrünungskomponenten sowie neuer 3D Planungssoftware im Bereich Landschaftsarchitektur, die bereits BIM Themen mit einbeziehen.

Auf Basis einer Dokumentenanalyse und Stakeholder:innen-Befragung über die 10 ausgewählten Bauwerksbegrünungen, wie in 4.2 erwähnt, wurden die folgenden Fact Sheets erstellt:

Abbildung 9: Die Fact Sheets der 10 ausgewählten Praxisbeispiele (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

IKEA am Westbahnhof, Wien

- EigentümerIn: IKEA Einrichtungen - Handelsgesellschaft m.b.H.
- BIM-basierte Planung
- Baubeginn 2019, Eröffnung August 2021
- Gebäudebegrünung (ca. 800 m²):
 - 161 Stk. Bäume
 - Dachbegrünung (Tröge)
 - Fassadenbegrünung (Tröge und Kletterpflanzen, troggebunden)
 - Innenhofbegrünung („Wäldchen“, Gründach)
- Vollautomatische, sensorgesteuerte Bewässerung
automatische Düngung
- Geplante Pflege 2x im Jahr



Bildquelle: querkraft



Bildquelle: Kräffner Landschaftsarchitektur

UNIQA Landesdirektion Steiermark, Graz

- EigentümerIn: UNIQA Real Estate Management GmbH
- Begrünte Fassadenfläche: 500 m²
- Ausführung: 10/2018 – 04/2019
- Vertikalbegrünung - wandgebundenes Trogsystem an der Südfassade:
 - Rankpflanzentrog gesamte Fassadenlänge im 1. Obergeschoß (0,9 m breit, 41,8 m lang)
 - Je drei Baumpflanztröge im 2., 3. und 4. Obergeschoß (Abmessungen: 2,1 m mal 1,5 m)
- Tröpfchen Bewässerungssystem inkl. automatische Steuerung
- Düngung und Pflege 2 mal pro Jahr (inkl. Kürzen der Baumwurzeln und Rückschneiden der Rankpflanzentriebe) – etwa 2,6 €/m² BGF



Bildquelle: Armin Knotzer, AEE INTEC

Bildquelle: Oliver Wolf

Gartenregal Florasdorf, Wien

- EigentümerIn: Neues Leben, Siedlungsunion
- Begrünte Vertikalfläche: ca. 360 m²
- Freistehende „grünwand klimafassade“ entlang der Prager Straße:
 - Regalartige Stahlkonstruktion – System „Tech Metall“
- Bewässerungssystem mit Tröpfchenschlauch inkl. automatische Steuerung
- Grünpflege erfolgt derzeit 1x pro Jahr – ca. 15 €/m² Grünwand und Jahr



Bildquelle: Dipl.-Ing. Ralf Doppeide e.U.

Sargfabrik, Wien

- Gebäude-EigentümerIn: Sargfabrik - Verein für Integrative Lebensgestaltung
- Extensive Dachbegrünung: 200 m²
- Erdgebundene Vertikalbegrünung plus Pflanzenträge auf Terrassen
- Intensive Dachbegrünung mit Bäumen, Sträuchern, Wiese und Beeten, Ausführung 1998:
 - Umkehrdach (Fläche: ca. 1.000 m²) mit 30 cm Boden-Substrat
 - Großflächige Sprühdüsenbewässerung während der Nacht mit Zeitschaltuhr
- Pflege 2 mal pro Jahr (Freiraumgruppe je nach Bedarf mit Gärtnerei)



Bildquelle: Armin Knotzer, AEE INTEC



Biotope City Wienerberg, BPl5, Wien Süd

- EigentümerIn: Bauträger Wien Süd, Wohnungs-EigentümerInnen
- Gebäudebegrünung – (ca. 400 m²):
 - Dachbegrünung
 - Trog-Begrünungen an Balkons und am Dach
 - Begrünungen auf der Tiefgarage
- Bewässerung:
 - Bewässerung Pflanztröge Balkone/Loggien und Dach: Wasserentnahmestelle/automatische Bewässerung
 - Extensivbegrünung am Dach: keine Bewässerung
- Die jährlich geplanten Pflegekosten belaufen sich auf lediglich rund 2,13 € pro m² BGF (unter Berücksichtigung der Pflegeleistung durch die BewohnerInnen bei den wohnungsbezogenen Trögen)



Bildquelle: <https://www.wiensusied.at/project/1100-Wien-5>

ÖBB Headquarter, Wien

- EigentümerIn: ÖBB-Infrastruktur
- Begrünte Vertikalflächen Innenraum: 450 m²
- Vertikalbegrünung:
 - System Vertical Magic Garden / Vertical Green GmbH
 - Insgesamt 35 grüne Wände über alle Stockwerke verteilt
 - Grünwände sind in Form und Größe unterschiedlich
- Bewässerungssystem inkl. automatische Steuerung
- Grünpflege erfolgt in regelmäßigen Abständen (jede Wand 1x pro Monat) durch externe Firma – 40-60 €/m² Grünwand



Bildquelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

At the Park Hotel, Baden

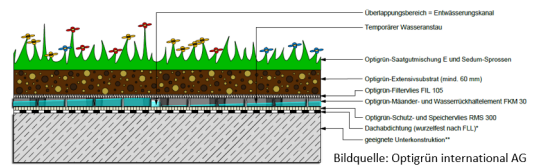
- EigentümerIn: At the Park Hotel, Nemetz Hotel GmbH
- Begrünte Vertikalfläche: ca. 60 m²
- Vertikalbegrünung: System „90deGREEN“
- Bewässerungssystem mit Tröpfchenschlauch inkl. automatische Steuerung und Düngung
- Grünpflege erfolgt 1x pro Jahr



Bildquelle: Dipl.-Ing. Ralf Dopheide e.U.

Hubschrauber-Hangar, Flughafen Wien

- EigentümerIn: Flughafen Wien AG
- Begrünte Dachfläche: 605 m²
- Ausführung: 07/2019 – 02/2020
- Extensiv begrüntes Retentionsdach:
 - Gemäß Systemaufbau Fa. Optigrün „Mäander 30“ mit Drän- und Wasserrückhalteelementen zur verzögerten Abgabe großer Regenmengen in die bestehende Infrastruktur
- Kontrolle und Pflege 2 mal pro Jahr (erfolgt zusammen mit der Kontrolle der Dachabläufe) – Kosten etwa 2 €/m² BGF



Die Ergebnisse der leitfadengestützten Interviews mit an der Umsetzung der Begrünungsprojekte beteiligten Stakeholder:innen haben neben Einblicken in Beweggründe für Gebäudebegrünungen und fördernden Faktoren auch mehrere Herausforderungen bei Projekten mit Bauwerksbegrünung aufgezeigt:

- Häufig werden keine detaillierten Kostenanalysen und -vergleiche durch den Bauherrn/Bauträger/Eigentümer durchgeführt – monetäre Vorteile über den Lebenszyklus wie z. B. Abwassergebührenreduzierungen bei intensiver Dachbegrünung werden dadurch vernachlässigt.
- Es gibt große Kostenunterschiede von Projekt zu Projekt, da viele Projekte eher Pioniercharakter haben. Die befürchteten Kosten – insbesondere auch der lebenslangen Pflege und Wartung stellen immer wieder ein Hemmnis für die Umsetzung von Gebäudebegrünungen dar.
- Der spätere Betrieb und die Pflege sollten für ein erfolgreiches Begrünungsprojekt von Anfang der Planung an mitgedacht werden. Eine geregelte Dokumentation der Pflegeerfordernisse und Festlegung der Zuständigkeiten für den Betrieb ist essentiell.
- Es gibt kein einheitliches Vorgehen bei Haftungsfragen, Versicherung und Wartung. Informationen über Betriebskosten, Wasserbedarf, Substratbedarf und Energieverbrauch sind nach der Planung und dem Bau aufgrund von Informationsverlusten zwischen verschiedenen Projektphasen kaum verfügbar.
- Die Begrünung von Gebäuden wird im Allgemeinen sehr unspezifisch behandelt und meist nicht als eigenes Gewerk betrachtet.
- Ein „grünes Image“ steht bei fast allen Projekten im Vordergrund – wirksame Maßnahmen gegen Überhitzung sind eher zweitrangig.
- Die Behörden sind in der Regel mit Fragen wie Brandschutz, Sturmgefahr etc. im Zusammenhang mit Bauwerksbegrünung überlastet.

Die Literaturanalyse über alle Phasen der Bauwerksbegrünung von der Planung über Errichtung und technische Gebäudeausstattung bis zum Facility Management ergab in Kombination mit der Analyse der Beispielprojekte und den Interviews eine umfassende Basis für die nachfolgende Auswahl der im BIM Modell abzubildenden Parameter.

5.2. Kriterien zur Integration von Bauwerksbegrünungen in BIM

Im Rahmen der Kriterien-Ausarbeitung wurden unterschiedlichste Daten zunächst in Exceltabellen als Grundlagen für sämtliche nachfolgenden Schritte zur Übertragung auf die BIM-Methode gesammelt und aufbereitet. Eine Exceldatei beinhaltet zehn Beispiele. Diese Praxisbeispiele wurden nach vier Arten der Bauwerksbegrünung (Dachbegrünung, Innenraumbegrünung, Vertikalbegrünung und Vertikalbegrünung nicht Teil der Gebäudehülle) gegliedert und geben eine grobe Übersicht über die Praxisbeispiele. Darüber hinaus wurden die Anforderungen für Dach- und Vertikalbegrünungen genauer erarbeitet. Diese Tabellen dienen primär zur Definierung der Arten der Begrünungen und zeigen, wie die Systeme umgesetzt worden sind. Die Systematik der Vertikalbegrünung wurde genauer bearbeitet und veranschaulicht essenzielle Anforderungen für die unterschiedlichen Formen von Vertikalbegrünungen. Es wurden Anforderungen wie zum Beispiel Wartung, Grünpflege, Bewässerung und Kosten aufbereitet.

Abbildung 10: Excel-Ausschnitt: Daten zu verschiedenen Formen der Vertikalbegrünung (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|---|--|------------|--------------|---------------------------|-----------------|------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|---|
| 1 | Systematik der Fassadenbegrünung (lt. Leitfaden Stadt Wien) | | Wartung | Bewässerung | Pflege [Pflegegänge/Jahr] | Begrünungsdauer | Gestalt/Vielfalt | Kosten | Massivkonstruktion | Wärmedämmverbund | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| 3 | A. Bodengebundene Begrünung | | | | | | | | | | |
| 4 | A.1 | Ohne Kletterhilfe | > 10 Jahre | nach Bedarf | nach Bedarf | > 3 Jahre | eingeschränkt | < 100€/m ² | gut geeignet | bedingt geeignet | |
| 5 | A.2.1a | Mit Kletterhilfe/Starr/Flächig | 5-10 Jahre | nach Bedarf | nach Bedarf | > 3 Jahre | mäßig | 100-500€/m ² | gut geeignet | statische Eignung ist zu | |
| 6 | A.2.1b | Mit Kletterhilfe/Starr/Linear | 5-10 Jahre | nach Bedarf | nach Bedarf | 1-2 Jahre | mäßig | 100-500€/m ² | gut geeignet | statische Eignung ist zu | |
| 7 | A.2.2a | Mit Kletterhilfe/Flexibel/Flächig | 5-10 Jahre | nach Bedarf | nach Bedarf | > 3 Jahre | mäßig | 100-500€/m ² | gut geeignet | statische Eignung ist zu | |
| 8 | A.2.2a | Mit Kletterhilfe/Flexibel/Linear | 5-10 Jahre | nach Bedarf | nach Bedarf | 1-2 Jahre | mäßig | 100-500€/m ² | gut geeignet | statische Eignung ist zu | |
| 9 | B. Fassadengebundene Begrünung | | | | | | | | | | |
| 10 | B.1.1 | Teilflächiger Vegetationsträger/Punktuell | 2-5 Jahre | täglich | 1-2 Durchgänge | 1-2 Jahre | hoch | 100-500€/m ² | gut geeignet | statische Eignung ist zu | |
| 11 | B.1.2a | Teilflächiger Vegetationsträger/Linear/<= 50 cm Abstand | > 10 Jahre | mehrmals täg | 1-2 Durchgänge | 1-2 Jahre | sehr hoch | 500-1000€/m ² | Hinterlüftung ist Teil | statische Eignung ist zu | |
| 12 | B.1.2b | Teilflächiger Vegetationsträger/Linear> 50 cm Abstand | 2-5 Jahre | täglich | 1-2 Durchgänge | 1-2 Jahre | hoch | 100-500€/m ² | Hinterlüftung ist Teil | statische Eignung ist zu | |
| 13 | B.2.1a | Vollflächiger Vegetationsträger/Pfl. Lage 90°/Baukastensys | > 10 Jahre | mehrmals täg | > 2 Durchgänge | sofort | sehr hoch | 500-1000€/m ² | Hinterlüftung ist Teil | statische Eignung ist zu | |
| 14 | B.2.1b | Vollflächiger Vegetationsträger/Pfl. Lage 90°/Geasmtsyst | > 10 Jahre | mehrmals täg | > 2 Durchgänge | sofort | sehr hoch | 500-1000€/m ² | Hinterlüftung ist Teil | statische Eignung ist zu | |
| 15 | B.2.2a | Vollflächiger Vegetationsträger/Pfl. Lage < 90°/Baukastensys | > 10 Jahre | mehrmals täg | > 2 Durchgänge | sofort | sehr hoch | 500-1000€/m ² | Hinterlüftung ist Teil | statische Eignung ist zu | |
| 16 | B.2.2b | Vollflächiger Vegetationsträger/Pfl. Lage < 90°/Geasmtsyst | 5-10 Jahre | mehrmals täg | > 2 Durchgänge | sofort | sehr hoch | 500-1000€/m ² | Hinterlüftung ist Teil | statische Eignung ist zu | |

Eine weitere Exceltabelle umfasst die Produktkomponenten verschiedener Grünsystemhersteller für die grundlegenden bautechnischen Ausführungen und Konstruktionen auf Basis von Herstellerangaben. Es wurden zahlreiche Produkte von unterschiedlichen Herstellern aufbereitet, tabellarisch gelistet und mit technischen Kenngrößen definiert. Die Angaben basieren auf Produktkatalogen und Datenblättern der Hersteller. Die einzelnen Produkte und Komponenten wurden nach dem Einsatzgebiet gegliedert. Folgende Einsatzgebiete wurden im Rahmen der Produktkomponenten untersucht:

- Befestigung
- Beleuchtung
- Bewässerung
- Brandschutz
- Düngung
- Ranksystem
- Steuerung/Regelungstechnik
- Substrat
- Unterkonstruktion
- Vegetationsträger/Substrathalter
- Sicherheit
- Folien/Vliese

Die definierten Einsatzgebiete dienen als Grundlage zur Integration der Produkte in das BIM-System und Ausarbeitung der benötigten Merkmalssets (Msets) für ein BIM-basiertes Bauwerksbegrünungsplanung. Diese Msets gruppieren die einzelnen Elemente der Bauwerksbegrünung, die einem Einsatzgebiet zugeordnet werden können. Dadurch haben die im Rahmen der Kriterien-Ausarbeitung definierten Einsatzgebiete eine weitere Funktion neben der einfachen Gruppierung der relevanten Systemkomponenten der Bauwerksbegrünung.

Abbildung 11: Excel-Ausschnitt: Produktkomponenten von Bauwerksbegrünung (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| A | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|-------------------------------|---------------|-----------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| 1 | Einsatzgebiet | Produkt - grob | Artikel-Nr. | Preis [€] | Beschreibung | Technische Kenngrößen | |
| 2 | Drop down: Befestigung, Unterkonstruktion, Bewässerung, Beleuchtung, Ranksystem | | | | | Durchmesser | |
| 3 | Steuerung/ Regelungstechnik | Steuergerät 24V | NXC4i | € 100,00 | Hunter X-Core | 4 Stationen | Innenmodell |
| 4 | Steuerung/ Regelungstechnik | Steuergerät 24V | NXC6i | € 112,00 | Hunter X-Core | 6 Stationen | Innenmodell |
| 5 | Steuerung/ Regelungstechnik | Batteriesteuerung NODE | NNOD-1 | € 147,00 | Hunter NODE | 1 Station | Incl. Spule |
| 6 | Steuerung/ Regelungstechnik | Batteriesteuerung NODE | NNOD-2 | € 206,00 | Hunter NODE | 2 Station | ohne Spule |
| 7 | Steuerung/ Regelungstechnik | Magnetventile 24V - Serie PGV | MPGV-4 | € 35,31 | PGV 1" | IG | ohne Durchflussregulierung |
| 8 | Steuerung/ Regelungstechnik | Magnetventile 24V - Serie PGV | MPGV-4M | € 38,43 | PGV 1" | IG | mit Durchflussregulierung |
| 9 | Bewässerung | Tropfrohr druckkompensierend | SE20 | € 2,28 | Tropfrohr druckkompensierend | 20 cm | |
| 10 | Bewässerung | Tropfrohr druckkompensierend | SE33 | € 1,89 | Tropfrohr druckkompensierend | 33 cm | |
| 11 | Bewässerung | Tropfrohr druckkompensierend | G1604 | € 1,25 | PE-Zuleitungsrohr | 16 mm | |
| 12 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BIRE | € 2,15 | Eckverbinder | 16 mm | |
| 13 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BIRE-2A | € 1,95 | Eckverbinder | mit 1/2" | AG |
| 14 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BRIT | € 2,45 | T-Stück | | |
| 15 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BRIT-3A | € 2,30 | T-Stück | mit Außengewinde | |
| 16 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BIRV | € 2,15 | Verbinder gerade | | |
| 17 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BIRV-2A | € 1,95 | Verbinder gerade | mit 1/2" | AG |
| 18 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BIRV-3A | € 2,05 | Verbinder gerade | mit 3/4" | AG |
| 19 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BIRV-3I | € 2,60 | Verbinder gerade | mit 3/4" | AG |
| 20 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BIR-9I | € 1,75 | Endverschluss | | |
| 21 | Bewässerung | Schraubverbinder 16 mm | BIR-KH | € 5,45 | Mini-Kugelventil | | |
| 22 | Bewässerung | Klemmverbinder PN16 | CV25 | € 6,40 | Verbinder | 25 mm - 25 mm | |
| 23 | Bewässerung | Klemmverbinder PN16 | CT25 | € 9,20 | T-Stück | 25 mm - 25 mm - 25 mm | |
| 24 | Bewässerung | Klemmverbinder PN16 | CE25 | € 6,50 | Eckstück | 25 mm - 25 mm | |
| 25 | Bewässerung | Dichtungsmaterial | F10 | € 1,20 | Telofanban | | |
| 26 | Bewässerung | Dichtungsmaterial | F11 | € 22,45 | Telofanschnur | | |
| 27 | Bewässerung | Polyethylen-Rohre | G2506 | € 3,10 | PE-Rohr | 25 mm | PN6 |
| 28 | Bewässerung | Automatische Entleerventile | P50-DF | € 7,38 | Entleerventil | 1/2 AG | Druckfest |
| 29 | Bewässerung | Kopfstationen PN16 | WAP2-32 | € 109,00 | Kopfstation | 2-fach | |
| 30 | Bewässerung | Kopfstationen PN16 | WAP3-32 | € 127,00 | Kopfstation | 3-fach | |
| 31 | Bewässerung | Kopfstationen PN16 | WAP4-32 | € 145,00 | Kopfstation | 4-fach | |
| 32 | Bewässerung | Kopfstationen PN16 | WAP5-32 | € 162,00 | Kopfstation | 5-fach | |
| 33 | Bewässerung | Kopfstationen PN16 | WAP6-32 | € 180,00 | Kopfstation | 6-fach | |
| 34 | Befestigung | Distanzhalter | 30919-0100-00 | | Wandabstand: 100 mm | Bauteilwiderstand 3 kN | Ankerstange für Gewinde: M8 |
| 35 | Befestigung | Distanzhalter | 30919-0100-10 | | Wandabstand: 100 mm | | Verankerung Holz: 3x Ø 5,2 |

Neben der umfangreichen Produkttabelle wurden diverse Tabellen zu einzelnen Themen erarbeitet. Es wurden Informationen zu den Themen Bepflanzung, mögliche Pflanztrogmateriale, schon in BIM verfügbare Produkte und Unterkonstruktionen gesammelt und in Tabellen zusammengeführt.

Weiters wurden Pflanzenarten gegliedert und auch definiert für welche Begrünungssystemen sich diese eignen. Außerdem wurden Informationen bezüglich der Wuchshöhe und des Standortes festgelegt. Diese Tabelle soll bei der Planung hinsichtlich Pflanzenwahl unterstützen wirken.

Abbildung 12: Excel-Ausschnitt: Vegetation und Bepflanzung (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|-----------------------------|------------------------------------|------------------|----------------|-------------|-------------|---------------|--------------|--------------|------------|-------------|
| 1 | | Name Latein | Name Deutsch | Verwendung für | Dachb. Int. | Dachb. ext. | Fass. bodeng. | Fass. wandg. | Fass. trogg. | Standort | Wuchshöhe |
| 2 | Verholzende Pflanzen | | | | | | | | | | |
| 3 | Großgehölze | | | | | | | | | | |
| 4 | | <i>Taxus sp.</i> | Eibe | | x | | | | x | | |
| 5 | Kleingehölze | | | | | | | | | | |
| 6 | | <i>Cotoneaster sp.</i> | Zwergmispel | | x | | | | x | so | 15 - 40 cm |
| 7 | | <i>Lonicera sp.</i> | Geißblatt | | x | | | | x | hsch - so | 50 - 80 cm |
| 8 | | <i>Lavandula angustifolia</i> | Lavendel | | x | | | | x | so | 40 cm |
| 9 | | <i>Euonymus sp.</i> | Spindelstrauch | | x | | | | x | hsch | 30 - 150 cm |
| 10 | Kletterpflanze | | | | | | | | | | |
| 11 | Selbstklimmer | | | | | | | | | | |
| 12 | | <i>Campsis sp.</i> | Trompetenblume | | | | x | | x | so | 8 - 10 m |
| 13 | | <i>Hedera helix</i> | Efeu | | | | x | | x | hsch - sch | 20 - 25 m |
| 14 | | <i>Hydrangea petiolaris</i> | Kletterhortensie | | | | x | | x | so - sch | 10 - 15 m |
| 15 | | <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | Wilder Wein | | | | x | | x | so - sch | 10 - 15 m |
| 16 | | <i>Parthenocissus quinquefolia</i> | Mauerkatze | | | | x | | x | so - hsch. | 15 - 20 m |
| 17 | | <i>Schizophragma hydrangeoides</i> | Spalthortensie | | | | x | | x | hsch - sch | 8 - 12 m |
| 18 | Gerüstklimmer | | | | | | | | | | |
| 19 | | <i>Actinidia chinensis</i> | Kiwi | | | | x | | x | so - hsch. | 8 - 10 m |
| 20 | | <i>Aristolochia macrophylla</i> | Pfeifenwinde | | | | x | | x | so - hsch. | 8 - 10 m |
| 21 | | <i>Celastrus orbiculatus</i> | Baumwürger | | | | x | | x | so - hsch. | 12 - 14 m |
| 22 | | <i>Clematis sp.</i> | Waldrebe | | | | x | | x | so - hsch. | 2 - 4 m |

Die Tabelle „Pflanztröge“ veranschaulicht die gängigsten Materialien, die für Tröge verwendet werden. Dazu wurden Informationen der Dichte und des Gewichtes recherchiert. Dabei wurde überwiegend von einer Standardgröße von 100x40x100 [cm] ausgegangen. Die Dichte- und Gewichtsdaten dienen zur statischen Überprüfung der troggeordneten Vertikalbegrünungen. Die Tragfähigkeit des Bauwerkes muss die Last des Troges und das Gewicht des Substrats und Vegetation entsprechend aufnehmen können.

Abbildung 13: Excel-Ausschnitt: Pflanztröge (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| | A | B | C | D | E |
|----|---------|--|---|-------------------|---------|
| 1 | | | | Dichte | Gewicht |
| 2 | | | | kg/m ³ | kg/Trog |
| 3 | | Standardgröße 100 x40 x100 | | | |
| 4 | Trog 1A | Faserzement, handgeformt, Fa. Dachgrün, d=10mm | | 1875 | 80 |
| 5 | Trog 1B | Faserzement, Platten, Fa. Dachgrün, d=20mm | | 1875 | 150 |
| 6 | Trog 2 | Steinfasser mit doppeltem Boden, Fa. Dachgrün, d=10mm | | 1377 | 88,38 |
| 7 | Trog 3 | Stahl unlegiert, d=2mm | | 7800 | 50 |
| 8 | Trog 3 | Stahl niedriglegiert (Anteil < 1%), d=2mm | | 7800 | 50 |
| 9 | Trog 3 | Stahlblech feuerversinkt, d=2mm | | 7800 | 50 |
| 10 | Trog 3 | Edelstahl V4, d=1,5mm | | 7900 | 38 |
| 11 | Trog 3 | Aluminiumblech, pulverbeschichtet, Fa. Optigrün, d=3mm | | 2800 | 22 |
| 12 | Trog 3 | Aluminiumblech eloxiert, d=3mm | | 2800 | 22 |
| 13 | Trog 4A | Hochfestbeton ohne Bewehrung, d=40mm | | 2200 | 282 |
| 14 | Trog 4B | Spritzbeton mit Bewehrung, d=90mm | | 2350 | 677 |
| 15 | Trog 5 | Fiberglas, 1200x400x800, Adezz | | | 16 |
| 16 | Trog 6 | Cortenstahl, 1500x500x500, Adezz | | | 35 |
| 17 | Trog 7 | Fiberglas Hochglanz, 1500x500x600, Adezz | | | 17 |
| 18 | Trog 8 | Hartholz, 1200x500x620, Adezz | | | 59 |
| 19 | | | | | |

Für die Ausarbeitung der Wirkungen zur energieeffizienten, nachhaltigen Planung und Realisierung von Gebäudebegrünung wurden nachfolgende Umweltparameter zu den Systemkomponenten der Begrünung recherchiert und insbesondere im Hinblick auf Umweltbelastungen durch Herstellung und Transport hin untersucht.

- Treibhausgase/ global warming potential (GWP)
- Versauerung
- Ozonabbaupotenzial (ODP)
- Photochemische Ozonbildung (POCP)
- Eutrophierungspotenzial (EP)
- PENRT Primärenergiebedarf an nicht erneuerbaren Ressourcen
- PE-Total Primärenergiebedarf gesamt
- KSA NR - Kumulierter Stoffaufwand nicht erneuerbarer Rohstoffe
- KSA R - Kumulierter Stoffaufwand erneuerbarer Rohstoffe
- Wasserbedarf
- Staub
- Reststoffe

Im Rahmen der Kriterien-Ausarbeitung bestand eine wesentliche Herausforderung darin festzulegen, wie genau die einzelnen Systemfaktoren definiert werden sollen und welche technischen Kennzahlen zur Überführung in die Methode BIM notwendig sind. Außerdem musste berücksichtigt werden, welche Komponenten schon in das BIM-System integriert worden sind und bei Bauwerksbegrünung verwendet werden. Unterschieden wurde dabei zwischen Bestandteilen des Bauingenieurwesens und Elementen der Landschaftsplanung. Dazu zählen zum Beispiel einerseits Wärmepumpen oder einfache Schläuche/Rohre für den Wassertransport und andererseits landschaftsplanerische relevante Komponenten wie Substrate, Filtervliese und komplette Dachbegrünungssysteme. Dies erschwerte die Auswahl der Kriterien, da gewisse Produkte schon für die Methode BIM aufbereitet worden sind, jedoch nicht genau die Aspekte der Bauwerksbegrünung erfassten.

5.3. Identifizierte Kriterien, Attribute und Parameter

Ergebnisse der Kriterien-Ausarbeitung wurden in die Datenerhebungsliste (Excel-Tabelle) eingepflegt und ebenso um die Erfahrungen aus den drei Anwendungsbeispielen ergänzt/bereichert.

Insgesamt wurden im Zuge des Projekts Green BIM für neun BIM-Anwendungsfälle im Lebenszyklus der Bauwerksbegrünung 271 erforderliche Attribute identifiziert (siehe Abbildung 15). Für jedes Attribut wurde die Projektphase der Erstdefinition und ein verantwortliches Gewerk definiert (Phasenmodell). Weiters wurden die Attribute englisch übersetzt und mit Datenformat und physikalischer Einheit (sofern zutreffend) ausgestattet. Wo die Möglichkeit bestand, wurden die identifizierten Attribute mit Auswahlmöglichkeiten ausgestattet.

Abbildung 14: Ausschnitt aus der finalisierten Tabelle zur Datenerhebung (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| Hauptgruppe (N1.Ebene) | 2.Ebene | 3.Ebene | Beschreibung | Typ | Einheiten | Kommentar |
|------------------------|----------------------------|--|---------------------------------------|-------------|---------------|-------------------------|
| Gruppierungen | Attribute | Auswahlmöglichkeiten (optional) (Drop-Down-Menü) | übliche Einheiten, Qualitätskriterien | | Daten- format | Quellennangi Bezugsdoku |
| Fachmodelle | | | | Gruppe | | |
| Mset_Pflanzgefäß | Aufstellungsort | | Innen, Außen, geschützt, bewittert | Gruppe | | |
| | Anstaubewässerung | | | Eigenschaft | Text | |
| | Kontrollschacht | | | Eigenschaft | Wahr/Falsch | |
| | Düngemittelbeständigkeit | | | Eigenschaft | Wahr/Falsch | |
| Mset_An_Abschluss | Randeinfassung | | z. B. Blende, Metallband, Randstein, | Gruppe | | |
| | Randstreifen | | z. B. Kies, Rindenmulch, etc. | Eigenschaft | Text | ÖNORM L 11 |
| Mset_Rankhilfe | Rankhilfenart | | | Gruppe | | |
| | | Seilkonstruktion | | Eigenschaft | Wahr/Falsch | FLL Fassader |
| | | Netzkonstruktion | | Wert | | |
| | | Gitterkonstruktion | | Wert | | |
| | | Stabkonstruktion | | Wert | | |
| | | Rohrkonstruktion | | Wert | | |
| | | andere | | Wert | | |
| | | nicht bekannt | | Wert | | |
| | | nicht definiert | | Wert | | |
| | Anbringungsweise Rankhilfe | | | Eigenschaft | Wahr/Falsch | FLL Fassader |
| | | hängend | | Wert | | |
| | | stehend (vorgeständert) | | Wert | | |
| | | gespannt | | Wert | | |

Es konnten über 270 BIM-Attribute für den Bereich Bauwerksbegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünungen) identifiziert werden, die noch nicht in IFC und bSDD definiert worden sind. Die Attribute wurden im Fachmodell „Bauwerksbegrünung“ zusammengeführt und weiter unterschiedlichen Msets zugeordnet. Die überwiegende Anzahl von Attributen wird in den Leistungsphasen Genehmigungsplanung (Einreichung) sowie Ausführungsplanung (Detailplanung) benötigt. Die Beachtung relevanter Attribute bereits in frühen Entwurfsphasen ist empfehlenswert.

Die Msets adressieren neben „klassischen Komponenten“ der Bauwerksbegrünung wie Pflanzgefäße, Schichtaufbauten, Rankhilfen, Pflanzen bzw. Kletterpflanze und Bewässerungsanforderungen auch Msets zu Steuerung und Monitoring, zu mikroklimatischen Effekten, zu Behaglichkeit und Umweltverträglichkeit. Im Mset Bauphysik werden die für mikroklimatische Verbesserungen relevanten Attribute wie beispielsweise Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Albedo, UHI-Reduktion und Wärmefluss zusammengefasst. Im Mset Umweltverträglichkeit werden Umweltparameter der eingesetzten Materialien und Komponenten dargestellt. Das Mset Grünpflege und Instandhaltung richtet sich insbesondere an die Grünpflegephasen und -intervalle im laufenden Betrieb, die Akutpflege im Stördienst, die Bewässerung und die Düngung bzw. Nährstoffversorgung.

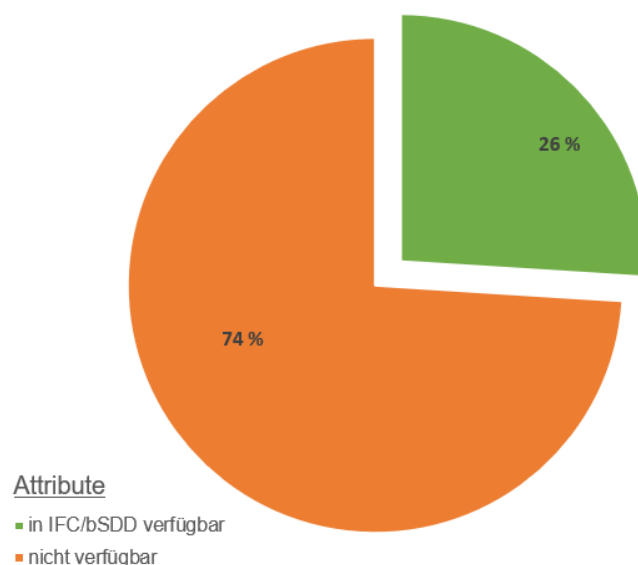
Wie die Abbildung 15 zeigt, teilen sich die identifizierten Attribute auf die verschiedenen BIM-Anwendungsgebiete auf und betreffen mehrere Gewerke. Die Erstdefinition eines Attributs wird jeweils dem hauptverantwortlichen Gewerk zugewiesen; die anderen beteiligten (Planungs-)gewerke bauen dann darauf auf.

Abbildung 15: Attribute in den verschiedenen BIM-Anwendungsgebieten (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



Es wurden im Rahmen des Projektes eine Vielzahl an neuen BIM-Attributen identifiziert, die noch nicht in IFC definiert sind, in Zukunft aber an Relevanz gewinnen werden. Eine Gegenüberstellung der identifizierten Attribute mit dem aktuellen IFC-Standard (IFC4 ADD2 TC1) und dem bSDD zeigte, dass im Moment nur 70 der 271 identifizierten Attribute mit offenen Standards zwischen Softwareprodukten unterschiedlicher Hersteller übertragen lassen. Wie Abbildung 16 zeigt, finden sich im aktuellen IFC-Standard lediglich 26 Prozent dieser Attribute wieder, die „restlichen“ 74 Prozent würden bei Datentransfers in open BIM-Projekten verloren gehen.

Abbildung 16: In IFC/bSDD (nicht) verfügbaren Attribute (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



5.4. Vorschläge für einen IFC-Standard aus Sicht der Bauwerksbegrünung

In Anlehnung an die Struktur und Inhalte des aktuell gültigen IFC-Standards arbeitet das Team rund um Green BIM an Metadaten, welche jene für die BIM-basierte Planung, Herstellung, Wartung und Grünpflege erforderlichen Attribute beinhalten. Folgende Elemente der Bauwerksbegrünung werden dabei betrachtet:

- Horizontale Bauwerksbegrünung
- Vertikale Bauwerksbegrünung
- Innenraumbegrünung

Als Vorbereitung für die Implementierung in die BIM-Metadatenbank BIMQ wurde die gesamte bisherige Datenerhebung zunächst in Excel-Listen weiter aufbereitet. Der erste Schritt dieser Tätigkeiten besteht in der Erhebung der erforderlichen Attribute. Hierfür wurden einschlägige Normen, Datenblätter, Projektunterlagen bereits umgesetzter Bauwerksbegrünungen und auch Wissen und Erfahrungen des Projektkonsortiums aus der Praxis herangezogen. Im nächsten Schritt wurden diese Attribute ähnlich dem IFC-Standard zu sogenannten Merkmalsätzen (Mset) zusammengefasst. So wurden beispielsweise Attribute, welche bei der Modellierung aller betrachteten Elemente der Bauwerksbegrünung erforderlich sind, zu dem Mset „Begrünung Allgemein“ zusammengefasst. Es wurden Merkmalsätze angelegt, wie beispielsweise für Vertikalbegrünung, Dachbegrünung, Pflanzgefäße oder Bewässerungstechnik. Spezifischere Attribute wurden zu eigenen Msets zusammengefasst, wie die folgende Tabelle am Beispiel des Mset „Kletterpflanze“ zeigt:

Tabelle 1: Gruppierung von Attributen am Beispiel des Msets „Kletterpflanze“ (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

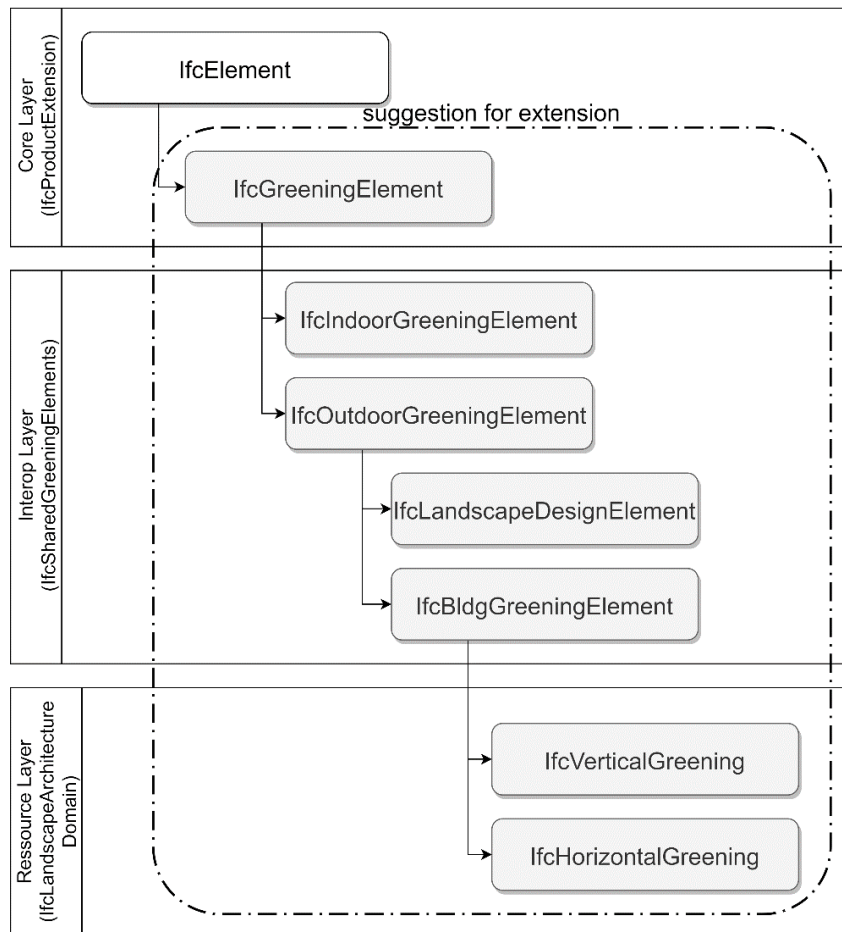
| Gruppierungen (1. Ebene) | Attribute (2. Ebene) | Auswahlmöglichkeiten (optional) (3. Ebene) |
|--------------------------|-----------------------------|--|
| Mset_Kletterpflanze | Kletterform | <i>Schlinger</i> <i>Blattranker</i> <i>Sprossranker</i> <i>Spreizklammer</i> <i>Wurzelkletterer</i> <i>Haftscheibenranker</i> |
| | Selbstklammer | |
| | Gerüstkletterpflanze | |
| | Wuchsstärke | |
| | Triebdurchmesser Wurzelhals | |
| | lichtfliehende Triebe | |
| | vertikales Flächengewicht | |
| | Eignung Pflanzgefäß | |

Zusätzlich wurden für diese Attribute auch Phaseninformationen erstellt, also Informationen darüber, wann welche Fachplaner:innen in einem BIM-Projekt für die erstmalige Definition eines Attributs verantwortlich sind. Im Anschluss daran wurden diese Metadaten in einer Datenbank für BIM-Anforderungsmanagement (BIMQ) strukturiert, was bedeutet, dass alle betrachteten Bauwerksbegrünungskomponenten durch Zuweisung von Msets mit allen für die im Projekt betrachteten BIM-Anwendungsfälle erforderlichen Attributen ausgestattet wurden.

Die fertig befüllte und strukturierte Datenbank kann als Vorschlag angesehen werden, wie Bauwerksbegrünung im IFC-Standard implementiert werden könnte. Zusätzlich können aus der Datenbank Level of Information-Definitionen (LOIs) für die genannten Bauwerksbegrünungskomponenten abgeleitet werden – sowohl als PDF-Dokumentation als auch in einem direkt für BIM-Modellierungssoftware lesbaren Format.

Das Mapping der identifizierten Attribute mit dem aktuellen IFC-Standard (IFC 4 ADD2 TC1) zeigte, dass relevante Elemente für Bauwerksbegrünung noch nicht enthalten sind. Weder der Core Layer noch der Interop Layer noch der Ressource Layer in der IFC-Struktur enthalten Elemente für Bauwerksbegrünung. Abbildung 17 zeigt den Vorschlag des Projektteams, wie Bauwerksbegrünung oder Landschaftsarchitektur allgemein in einen zukünftigen IFC-Standard integriert werden könnten. Am Interop Layer und am Ressource Layer wurden die neuen Elemente `IfcSharedGreeningElements` und `IfcLandscapeArchitectureDomain` hinzugefügt. Unterhalb des bereits bestehenden `IfcElements` am Core Layer wurde das `IfcGreeningElement` hinzugefügt, das die Begrünung in verschiedene Entitäten für Innen- und Außenbereiche aufteilt (`IfcIndoorGreeningElement` und `IfcOutdoorGreeningElement`). Die Außenbegrünung (`IfcOutdoorGreeningElement`) besteht aus der Landschaftsbegrünung (`IfcLandscapeDesignElement`) und der Bauwerksbegrünung (`IfcBldgGreeningElement`). Dieser Vorschlag wurde in Anlehnung an die Erweiterung des IFC-Standards um Infrastrukturelemente entwickelt, die mit dem Versionswechsel von IFC 4 ADD2 TC1 zu IFC 4.3 durchgeführt wurde.


Abbildung 17: Mögliche Verortung der Bauwerksbegrünung in de IFC-Struktur (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



5.5. Template für Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) der Bauwerksbegrünung

Das Template für Auftraggeber-Informationsanforderungen (AIA) mit Berücksichtigung der Bauwerksbegrünung im Zusammenspiel mit den von den Anforderungsdefinitionen und Phasenmodellen (in BIMQ) abgeleiteten Level of Information (LOI) und Level of Geometry (LOG) Tabellen soll Auftraggeber:innen dabei unterstützen, zu Beginn eines BIM-Projekts auch Anforderungen an das BIM-Modell der Bauwerksbegrünung zu formulieren. Das Template ermöglicht die Berücksichtigung einschlägiger Normen, berücksichtigt die Landschaftsarchitektur in den organisatorischen Bestimmungen und ergänzt begrünungsspezifische Einheiten und BIM-Anwendungsfälle. Weiters ermöglicht das Template die Einführung eines eigenen Fachmodells für die Landschaftsarchitektur bzw. Bauwerksbegrünung.

Abbildung 18: Inhaltsverzeichnis der Green BIM-AIA (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

AIA I Auftraggeberinformationsanforderungen der AG 

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Inhaltsverzeichnis | 2 |
| 1. Revisionsstand | 5 |
| 2. Einleitung | 5 |
| 3. Projektinformationen | 6 |
| 3.1. Projektinformationen | 6 |
| 3.2. Projektphasen | 6 |
| 3.3. Projektziele | 7 |
| 3.4. Projektbeteiligte | 7 |
| 4. Allgemeine Vorgaben | 9 |
| 4.1. Normative Grundlage | 9 |
| 4.2. Schnittstellen | 10 |
| 4.3. Datenstruktur | 11 |
| 4.4. Kollaboration | 13 |
| 5. Modellspezifische Vorgaben | 16 |
| 5.1. Detaillierungsgrade | 16 |
| 5.2. Modellvorgaben | 16 |
| 5.3. Eindeutige Benennungen | 16 |
| 6. Projektorganisation | 22 |
| 6.1. BIM Organisationsstrukturplan | 22 |
| 6.2. BIM Organisationseinheiten | 22 |
| 6.3. Verantwortlichkeiten | 23 |
| 6.4. Qualifikation | 23 |
| 6.5. Kollaborationsplattform | 24 |
| 7. Anwendungsfälle | 25 |
| 7.1. Qualitätsmanagement | 25 |
| 7.2. Modellkoordination | 28 |
| 7.3. Datenlieferung | 28 |
| 7.4. Simulation Mikroklima, Behaglichkeit und Energieverhalten | 29 |
| 7.5. Kostenermittlung | 29 |
| 7.6. Ausschreibung | 29 |
| 7.7. Lebenszyklusanalyse | 29 |
| 7.8. Betriebskostenabschätzung | 29 |
| 7.9. Werkplanung und koordinierte Ausführungsplanung | 30 |
| 7.10. asBuilt Dokumentation | 30 |
| 7.11. Enddokumentation | 32 |

Dieses Dokument ist lizenziert unter Creative Commons BY-SA 4.0 und kann mittels des QR-Codes von buildingSMART Austria geladen werden.

Rev. 1.0, Vers. GreenBIM – 05.10.2022 – CC BY-SA 4.0 – Christoph Carl Eichler, Julian Murschitz Seite 2

5.6. Phasenmodelle für wichtige Bauwerksbegrünungskomponenten

Allen 271 identifizierten Attributen für Bauwerksbegrünung wurden eine Projektphase für die Erstdefinition und ein verantwortliches Gewerk zugewiesen. Durch die Verschränkung dieser Informationen in BIMQ wurden Phasenmodelle für horizontale Bauwerksbegrünung, vertikale Bauwerksbegrünung und Innenraumbegrünung erstellt. Abbildung 19 zeigt einen Ausschnitt des Phasenmodells der horizontalen Bauwerksbegrünung. Das Beispiel des Attributs „Absturzsicherung“ zeigt, dass die Landschaftsarchitektur (Fachmodell Bauwerksbegrünung) in der Leistungsphase 3

nach ÖGLA (Entwurfsphase) zu definieren hat, ob die horizontale Bauwerksbegrünung mit einer Absturzsicherung ausgestattet ist, oder nicht.

Abbildung 19: Ausschnitt des Phasenmodells der horizontalen Bauwerksbegrünung (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

Leistungsphase

| | A | T | U | V | W | X | Y | |
|----|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | GreenBIM | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | Konzept | | LPH_03-10 | LPH_03-50 | LPH_04-10 | LPH_05-10 | LPH_05-30 | LPH_05-40 |
| 4 | Bauwerksbegrünungsmodell | | | | | | | |
| | Fachmodell (Verantwortung) | | | | | | | |
| 5 | Horizontale Bauwerksbegrünung | | | | | | | |
| 6 | Mset_Absturzsicherung | | | | | | | |
| 7 | Absperrung | | | | | | | |
| 8 | Absturzsicherung | | | | | | | |
| 9 | Anleitungsmöglichkeit | | | | | | | |
| 10 | Anschlagpunkt/-möglichkeit | | | | | | | |
| 11 | Aufstiegshilfe | | | | | | | |
| 12 | Geländer | | | | | | | |
| 13 | Höhe der Absturzsicherung | | | | | | | |
| 14 | Mset_bauliche Sicherungsmaßnahme | | | | | | | |
| 15 | bautechnische Schubsicherung | | | | | | | |
| 16 | andere | | | | | | | |
| 17 | nicht bekannt | | | | | | | |
| 18 | nicht definiert | | | | | | | |
| 19 | Schubgewebe | | | | | | | |
| 20 | Schubprofil | | | | | | | |
| 21 | Schubschwelle | | | | | | | |
| 22 | zugfeste Krallschicht | | | | | | | |
| 23 | Erosionsschutz | | | | | | | |
| 24 | Gehölzsicherung | | | | | | | |

Attribute

→

Abbildung 20 zeigt, wie mit Hilfe des Phasenmodells Anforderungsdefinitionen in BIMQ eingegrenzt werden können, bevor sie beispielsweise in BIM-Modellierungssoftware für weitere Prozessschritte übermittelt werden. Abhängig vom Fachmodell, dem Begrünungselement und seinen Subsystemen, dem Anwendungsfall und der Projektphase können Anforderungsbeschreibungen an Modellierungssoftware oder Modellprüfungssoftware übertragen werden. Die Anforderungsbeschreibungen können auch für die Erstellung von Auftraggeber:innen- Informationsanforderungen (AIA) oder BIM-Projektentwicklungsplänen (BAP) verwendet werden.

Abbildung 20: Anforderungsdefinitionen in BIMQ (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

Fachmodelle

Merkmalsets

Attribute

Begrünungselement

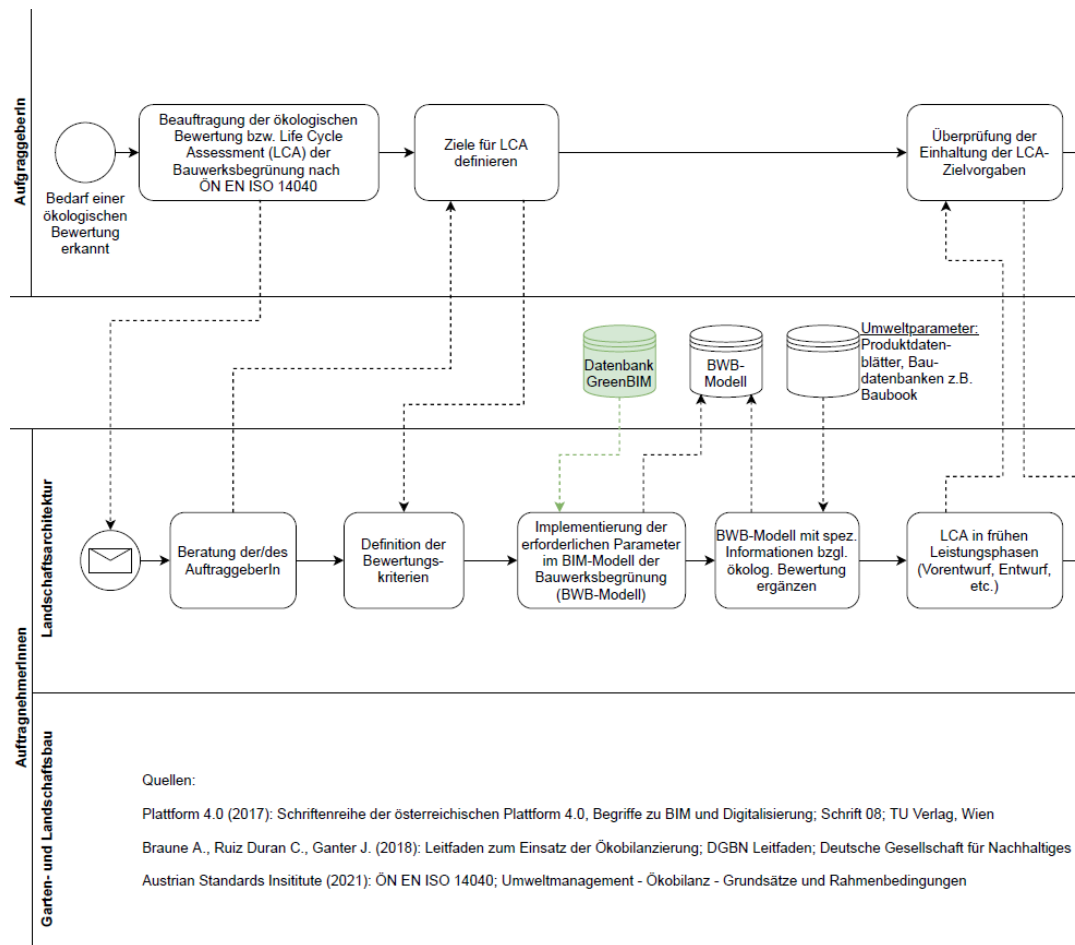
| en | en - Beschreibung | Einheiten | IFC 4 Add2 | LPH_01-10 | LPH_02-10 | LPH_03-10 | LPH_04-10 | LPH_05-10 | LPH_10-10 |
|----|--------------------------------------|-------------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| en | horizontal building greening | | IfcBuildingElementProxy.* | | | | | | |
| en | fall protection | | Asset_FallProtection | | | | | | |
| en | structural protection | | Asset_StructuralProtection | | | | | | |
| en | structural shear protection | Text | #.StructuralShearProtection | - | - | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| en | erosion protection | Text | #.ErosionProtection | - | - | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| en | tree securing system | Text | #.TreeSecuringSystem | - | - | - | ✓ | ✓ | ✓ |
| en | shearing-protection through greening | Wahr/Falsch | #.HasShearProtectionThroughGreening | - | - | - | ✓ | ✓ | ✓ |

5.7. BPMN-Prozessmodelle für ausgewählte Use Cases

Um aufzuzeigen, wie Stakeholder:innen die Green BIM-Anforderungsbeschreibungen in zukünftigen BIM-Projekten anwenden können, wurden für drei Use Cases BPMN-Prozessmodelle (Business Process Model and Notation) entwickelt. Die Prozessmodelle sind im weitesten Sinne chronologisch geordnet, und universeller Natur.

- Der Use Case „Ausschreibung und Vergabe“ wurde basierend auf dem Fachwissen von Expert:innen der Generalplanung erstellt. Dieser Use Case zeigt beispielhaft, wie eine BIM-basierte Ausschreibung von Bauwerksbegrünung in künftigen BIM-Projekten aussehen könnte.
- Der Use Case „Ökologische Bewertung“ wurde in Anlehnung an die ÖNORM EN ISO 14040 erstellt. Die Grundannahme für diesen Use Case ist kontinuierliches Life-Cycle-Assessment (LCA) über Planungs-, Errichtungs- und Nutzungsphasen eines BIM-Projekts.
- Der Use Case „Übergabe an die Betriebsführung“ wurde basierend auf Fachwissen der Expert:innen des Landschaftsbaus entwickelt und fokussiert auf die Übergabe von Dokumenten wie Datenblätter, Handbücher und Protokollen sowie die unterschiedlichen Pflegestadien der Bauwerksbegrünung.

Abbildung 21: Ausschnitt aus einem Phasenmodell (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM)



5.8. Strukturierte Daten für Bauwerksbegrünung – BIMQ

Die im Zuge des Projekts Green BIM identifizierten Bauwerksbegrünungssysteme, Fachmodelle, BIM-Anwendungsfälle und zu Attributsets (Asets) gruppierte Attribute sollten in einem geeigneten Datenbanksystem abgebildet werden, was einerseits das Datenhandling im Projekt erleichtert, und andererseits auch BIM-Prozesse (LOI-Definition, Planungsabläufe, Projektkoordination, etc.) unterstützt. Hierfür konnte im Projekt Green BIM durch Unterstützung des Projektpartners buildingSMART Austria (bsAT) das System BIMQ³ für die Projektumsetzung gewonnen werden. BIMQ ermöglicht die Umsetzung der Anforderung seitens des Projekts Green BIM basierend auf folgenden Funktionalitäten:

- Definieren von Anforderungen für eine BIM-Modellierung,
- Anlegen von Rollen und Leistungsphasen,
- Definition eines Datenpools an Attributen für eine BIM-Modellierung,
- deren Zuordnung zu unterschiedlichen Komponenten,
- Verschränkung der Attribute mit Leistungsphasen und Rollen und

³ Vgl. BIMQ, verfügbar unter <https://bim-plattform.com/de/bimq/>, zuletzt geprüft am 28.02.2023.

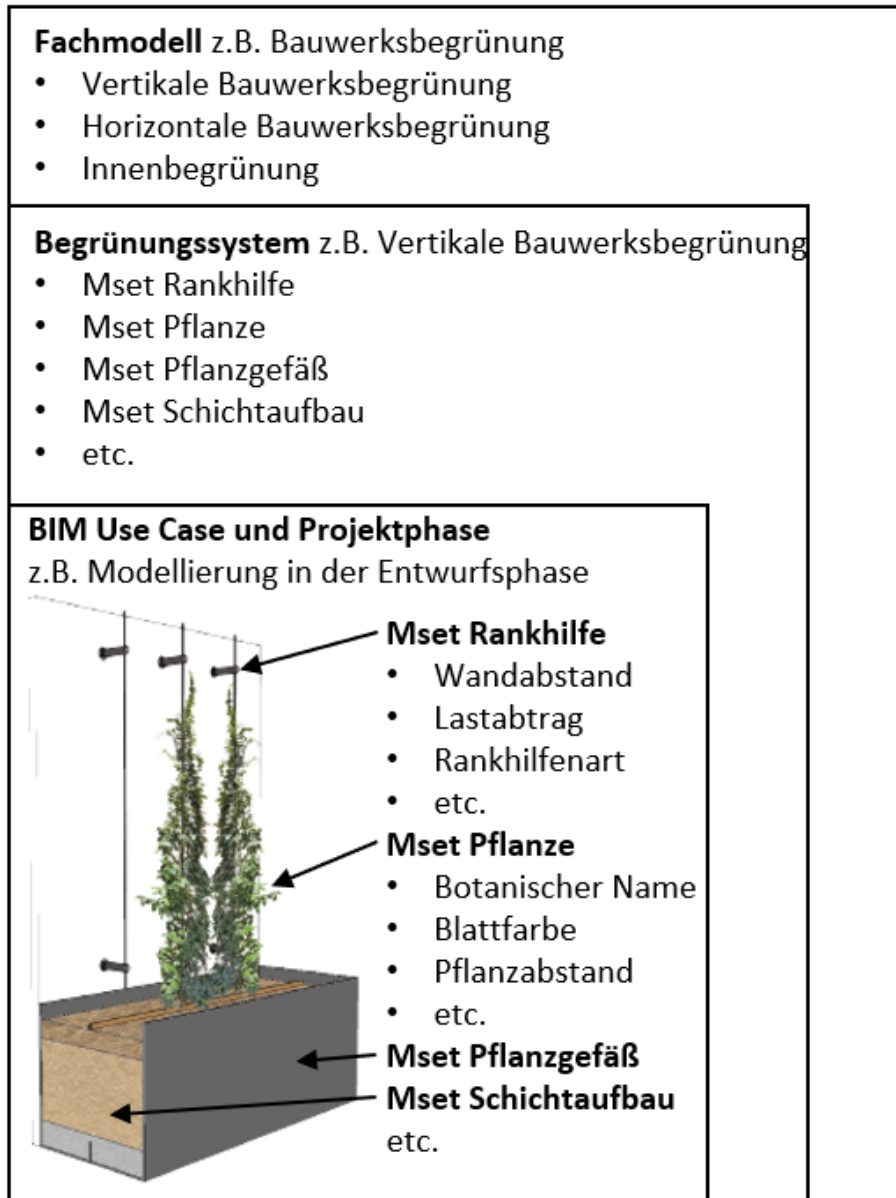
- Exportieren aller notwendigen Informationen in unterschiedlichen Formaten, um in BIM-Werkzeugen damit arbeiten zu können.

In der Praxis kann BIMQ als Plattform für das Anforderungsmanagement eine zentrale Rolle in BIM-Projekten einnehmen. Die Einsatzmöglichkeiten erstrecken sich von der Definition von Leistungsbildern, Leistungsphasen und Anwendungsfällen über LOI-Definitionen bis hin zu ableitbaren Prüfregeln zur Qualitätssicherung. Mit BIMQ können Leistungsphasen, Leistungsbilder und BIM-Anwendungsfälle zur Strukturierung von Anforderungen miteinander in Beziehung gebracht werden. Verschiedene BIM-Rollen wie BIM-Projektleitung, BIM-Projektsteuerung, BIM-Gesamtkoordination und BIM-Fachkoordination können entsprechend ihrer Zugriffsrechte klar definierte und strukturierte Anforderungsbeschreibungen erstellen oder nutzen. LOIs können beispielsweise von der BIM-Projektleitung erstellt und als PDF-Export den AIAs beigefügt werden. Die BIM-Projektsteuerung kann für die Erstellung des BAP ebenfalls LOIs exportieren. BIM-Modellierer können mit BIMQ die in den LOIs je nach Anwendungsfall und Leistungsphase geforderten Parameter in das entsprechende Fachmodell integrieren. Von der BIM-Gesamtkoordination können im Zuge der Qualitätssicherung Prüfregeln zur Überprüfung der vollständigen Umsetzung der Anforderungen in BIMQ abgeleitet werden. Durch die Anwendung von BIMQ kann in BIM Projekten sichergestellt werden, dass jedes involvierte Unternehmen in der BIM-Wertschöpfungskette die geforderten Standards erfüllt, da geregelt ist, wer für welchen Parameter wann verantwortlich ist.

Abbildung 22 zeigt, wie die Bauwerksbegrünungssysteme, Fachmodelle, BIM-Anwendungsfälle und Asets bzw. Attribute in BIMQ strukturiert wurden. Auf der obersten Ebene wurden alle Bauwerksbegrünungssysteme den Fachmodellen zugeordnet. Auf der zweiten Ebene wurde definiert, welche Msets zur Beschreibung des jeweiligen Bauwerksbegrünungssystems erforderlich sind. Auf der letzten Ebene wurde bestimmt, welche Attribute des jeweiligen Systems für einen bestimmten BIM-Anwendungsfall relevant sind und in welcher Projektphase die Erstdefinition erfolgt.

Durch diese Strukturierung können abhängig vom Fachmodell, dem Begrünungssystem und seinen Subsystemen, dem jeweiligen Anwendungsfall und der Projektphase Anforderungsbeschreibungen an Modellierungssoftware oder Modellprüfungssoftware übertragen werden. Die Anforderungsbeschreibungen können auch für die Erstellung von Informationsaustauschanforderungen oder BIM-Ausführungsplänen verwendet werden.

Abbildung 22: Datenstruktur für Bauwerksbegrünung in BIMQ (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



5.9. BIM Viewer

Im Laufe des Projektes zeigte sich bei Befragungen, Diskussionen und Workshops immer wieder, dass der Hauptnutzen von BIM in der durchgehenden Informationsweitergabe von der Planung bis zum Betrieb liegt. Abbildung 23 zeigt beispielhaft eine Darstellung der Informationsdichte von Green BIM anhand eines 3D Gebäudemodelles mit den verschiedensten Begrünungsarten in einem BIM Viewer. Im BIM Viewer können Daten für Wartung und Pflege direkt abgelesen aber auch editiert werden.

Abbildung 23: Green BIM Viewer (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

The screenshot displays the buildingTwin GreenBIM interface. On the left, there is a navigation pane titled 'Element-Übersicht' with a search icon and a list of elements: IfcBuilding (1), IfcBuildingElementProxy (245), IfcBuildingStorey (2), IfcCurtainWall (9), IfcProject (1), and IfcSite (1). The main area shows a 3D model of a building with a green wall and various greenery elements. Below the model, there is a table of maintenance data.

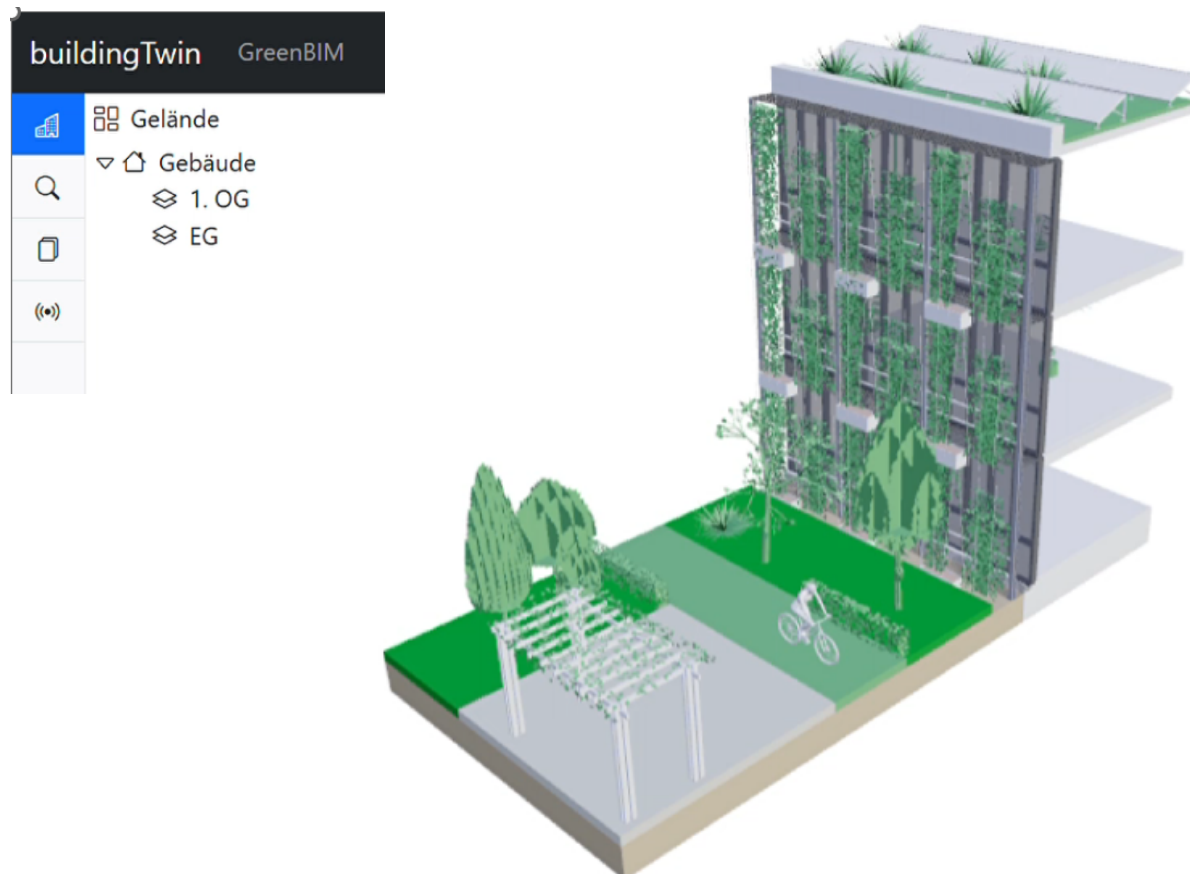
| Element | Mset_Absturzsicherung | Mset_Begrünung_allgemein | Mset_Beleuchtung | Mset_Bewässerung |
|--|-----------------------|--------------------------|------------------|----------------------------|
| ☆ Anwuchspflege | | | | |
| ☆ Entwicklungspflege | | | | monatliche Kontrolle |
| ☆ Erhaltungspflege | | | | Halbjährlich |
| ☆ Inspektion (Ist-Zustand) | | | | 0,000 |
| ☆ Instandsetzung (Wiederherstellung Soll-Zustand) | | | | 0,000 |
| ☆ Regelmäßige Sichtkontrolle | | | | 0,000 |
| ☆ Stördienst Akutpflege | | | | Kontaktdaten Pflegebetrieb |
| ☆ Anzahl Bewässerungszonen | | | | 0,000 |
| ☆ Anzahl der Bewässerungszyklen | | | | 0,000 |
| ☆ Aufstellungsort Bewässerungsanlage | | | | anderer |
| ☆ Betriebsart | | | | andere |
| ☆ Betriebszeit/Saison | | | | andere |
| ☆ Bewässerungsart | | | | anderes |

Die Phasenmodelle (Kapitel 5.8) bilden dabei die unterschiedliche erforderliche Informationsdichte in den einzelnen Planungs-, Bau- und Betriebsphasen ab. BIM Viewer, welche die während der Planung

und Errichtung immer komplexer und datenintensiver werdenden BIM Modelle mit den relevanten Informationen in der Nutzungs- und Betriebsphase einfach darstellen können, sind einer der wichtigen Schlüssel zur Erschließung dieses Nutzens für den gesamten Lebenszyklus. Als erster Schritt der Prüfung der Praxistauglichkeit der entwickelten Attribute wurde ein BIM Test-Gebäudemodell mit allen drei Begrünungsformen horizontal, vertikal und Innenraumbegrünung erstellt und in die Webplattform „buildingtwin.at“ der AEE INTEC integriert. Diese Plattform entwickelt die AEE INTEC aktuell im Rahmen des Branchenforschungsprojektes „Digitaler Gebäudewilling - BIM-basierte offene Plattform für Monitoring, Evaluierung und Optimierung des Gebäudebetriebs“. Sie wurde herangezogen, um sowohl die technische Implementierbarkeit der neu entwickelten Attribute in eine gängige BIM Planungssoftware zu untersuchen, was sich als einfach erwiesen hat, als auch die Möglichkeit zu nutzen, die Merkmalssets in einer realitätsnahen Umgebung noch einmal einem Praxistauglichkeitstest zu unterziehen. Zusätzlich zu den Merkmalssets wurden auch noch Live-Sensordaten aus Außen- und Innenraum eines realen Gebäudes mit dem Modell verknüpft.

Abbildung 24 zeigt prototypisch die Verknüpfung des Green BIM Modells mit Live-Sensordaten, hier für Außen- bzw. Innenraumtemperatur über eine Woche. Die Lage der Sensoren wird im Modell farblich hervorgehoben.

Abbildung 24: Verknüpfung des BIM Modells mit Live-Sensordaten (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



Eine solche Verknüpfung könnte in Zukunft im realen Betrieb von Gebäuden mit Bauwerksbegrünung zusammen mit den im BIM Modell vorgegebenen Zielwerten zum automatisierten Monitoring und zur bedarfsgerechten Steuerung z. B. der Bewässerung der Begrünung eingesetzt werden. Die dreidimensionale Darstellung im BIM Modell ermöglicht dabei eine präzise Information über die Verortung, zum Beispiel von Betriebsstörungen der Bewässerung, die auch von ortsfremden Personen sofort erfasst werden kann. Über die Merkmalssets können anschließend die dem Bewässerungssystem zugeordneten Störfall-Kontakt Daten abgerufen und eine Behebung rasch in die Wege geleitet werden.

5.10. Markt- und Wirkanalyse

5.10.1. Marktsituation (Bauwerks-)Begrünung

In den letzten Jahren ist insbesondere durch die Herausforderungen der Klimakrise eine deutliche Zunahme des Interesses an Bauwerksbegrünung zu verzeichnen⁴. Städte und Kommunen erkennen den großen Handlungsbedarf, um dicht besiedelte Gebiete resilienter gegenüber den klimawandelbedingten Überhitzungen und Starkregenereignissen zu machen. Auch das umweltpolitische Ziel der Förderung der Biodiversität wird durch Begrünungen in Siedlungsräumen adressiert. Zwischen 2019 und 2020 wurde eine Befragung der Begrünungsbranche durchgeführt, an der 139 Unternehmen aus den Kategorien Planer:innen, Ausführende und Hersteller:innen von Komponenten in der Bauwerksbegrünung teilgenommen haben. Die Daten sind im Green Market Report (Enzi et al. 2022) nachzulesen. Dabei meinen 93 Prozent der befragten Branchenvertreter:innen, dass bei Landschaftsarchitekt:innen ein wachsendes oder stark wachsendes Interesse an Bauwerksbegrünung zu beobachten ist. Hohes Interesse besteht auch bei Stakeholder:innen in der Politik und Architekt:innen. Dagegen ist in der Umsetzungs- und Bewirtschaftungsphase das Interesse an Bauwerksbegrünung deutlich geringer. Während das Thema Bauwerksbegrünung also in (Klima-)Politik und Planung bereits angekommen ist, sind die Benefits für die Stakeholder:innen im Bau- und Immobilienwesen noch nicht so offensichtlich. Dessen ungeachtet wird die Begrünung von Gebäuden und urbanen Räumen zunehmend ein integraler Bestandteil der Weiterentwicklung unserer gebauten Umwelt sein, da die positiven Effekte von urbanem Grün auf das menschliche Wohlbefinden und als mögliche Antwort auf klimatische Herausforderungen mittlerweile unumstritten sind.⁵

⁴ Vgl. Green Market Report, verfügbar unter <https://greenmarketreport.eu/en/green-market-report/>, zuletzt geprüft am 28.04.2022.

⁵ Weiterführende Literatur u. a.: Köhler, Manfred (Hg.) (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung – Konstruktion – Ausführung. Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG; Laue, Hendrik (2019): Klimagerechte Landschaftsarchitektur. Handbuch zum Umgang mit Elementen und Faktoren des Klimas im Freiraum. Berlin-Hannover: Patzer Verlag; Mann, Gunter; Mollenhauer, Felix (2021): GRÜNSTATTGRAU-Fachinformation „Positive Wirkungen von Gebäudebegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung)“. Hg. v. GRÜNSTATTGRAU GmbH und Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG). Online verfügbar unter <https://gruenstattgrau.at/checkout/?doc=16382>, zuletzt geprüft am 30.06.2022.

Um die Marktpotenziale von Green BIM erfassen zu können, wurde die Anzahl der potenziellen Anwender- und Nutzer:innen analysiert. In der Unternehmensdemografie 2019 der Statistik Austria⁶ werden für die involvierten Branchen folgende Zahlen genannt (Zahlen aus alternativen Quellen werden gesondert ausgewiesen⁷):

Tabelle 2: Anzahl der Betriebe in den relevanten Branchen in Österreich (Quelle: eigene Zusammenstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| Branche | Anzahl Betriebe |
|---|-----------------|
| Architekturbüros | 6.920 |
| Aktive Ziviltechniker:innen für Bauwesen (Quelle ZT-Kammer 2022) | 1.706 |
| Aktive Ziviltechniker:innen für Landschaftsarchitektur (Quelle: ZT-Kammer 2022) | 58 |
| Ingenieurbüros für Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur (Quelle: WKO, Stand 31.12.2022) | 215 |
| Garten- und Landschaftsbaubetriebe | |
| Dachdeckerbetriebe | 2.073 |
| Hersteller:innen von Grundmaterialien, Komponenten und Systemen der Bauwerksbegrünung (Quelle: Enzi et al. 2020) | 1.151 |
| | 100 |
| Summe | 12.223 |

Die Anzahl der Fassadenbauer:innen geht aus den Statistiken nicht hervor, im österreichischen Firmen-ABC werden unter „Fassadenbau“ in Österreich aktuell 124 Firmen gelistet.⁸

Neben den Betrieben, die in die Planung und Herstellung der Begrünung involviert sind, kann und soll BIM im Begrünungssektor auch in der Wartungs- und Pflegephase sowie im Facility Management⁹ eingesetzt werden, um seine Vorteile voll auszuschöpfen. Dies erweitert den potenziellen Nutzer:innenkreis noch einmal um folgende Branchen, wobei hier zu erwarten ist das nur ein gewisser Anteil der Betriebe Green BIM tatsächlich nutzen wird.

⁶ Vgl. Statistik Austria, verfügbar unter https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/unternehmen_arbeitsstaetten/unternehmensdemografie_ab_2015/index.html, zuletzt geprüft am 20.04.2022

⁷ Vgl. ZT-Kammer, verfügbar unter <https://ziviltechniker.at/suchergebnis>, zuletzt geprüft am 20.04.2022; vgl. WKO, verfügbar unter <https://www.wko.at/service/zahlen-daten-fakten/daten-branchenebene.html>, zuletzt geprüft am 20.04.2022 und Enzi et al. 2020, S. 37.

⁸ Vgl. Firmen ABC, verfügbar unter <https://www.firmenabc.at>, zuletzt geprüft am 20.04.2022.

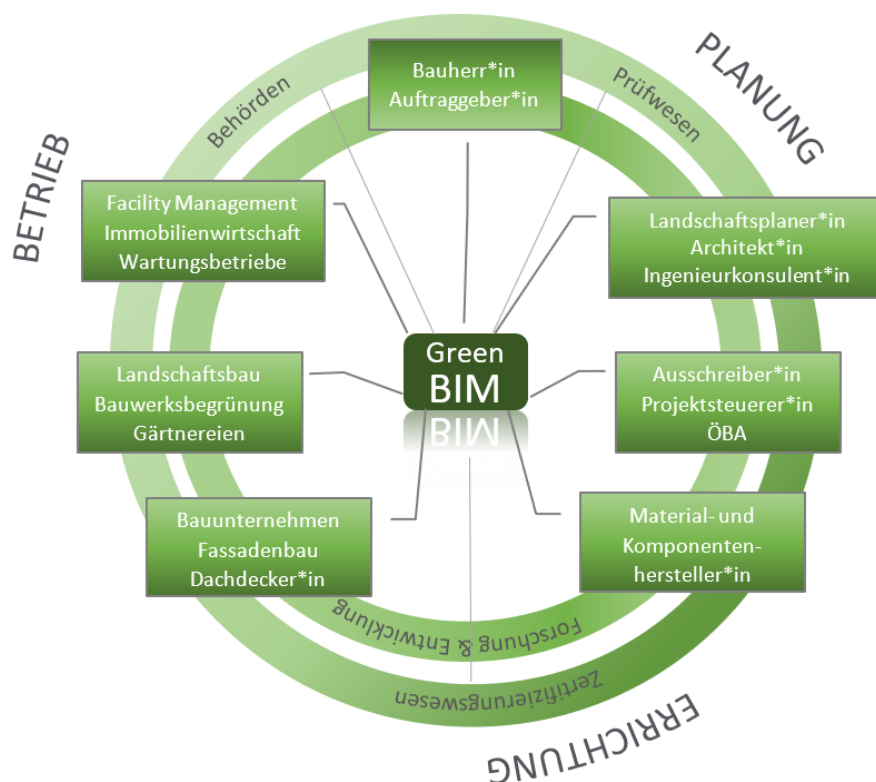
⁹ Vgl. Statistik Austria, verfügbar unter https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/unternehmen_arbeitsstaetten/unternehmensdemografie_ab_2015/index.html, zuletzt geprüft am 20.04.2022.

Tabelle 3: Anzahl der Betriebe in Gebäudeverwaltung und Facility Management in Österreich (Quelle: eigene Zusammenstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| Branche | Anzahl Betriebe |
|-----------------------------|-----------------|
| Gebäudebetreuung, Gartenbau | 10.817 |
| Realitätenverwaltung | 2.455 |
| Vermietung von Realitäten | 9.088 |
| Summe | 22.360 |

Weitere potenzielle Nutzer:innen von Green BIM sind unabhängig von der Planungs-, Bau- und Betriebsphase hinweg Behörden, Prüf- und Zertifizierungsinstitute und Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen. Abbildung 25 zeigt eine Übersicht über den potenziellen Nutzer:innenkreis von BIM am Begrünungssektor.

Abbildung 25: Übersicht über BIM User:innen am Begrünungssektor (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



5.10.2. Potenzieller Marktnutzen durch Green BIM

Die folgende Tabelle zeigt eine detaillierte Analyse der Potenziale durch den Einsatz von Green BIM nach Projektphasen und Marktteilnehmenden getrennt aufgeschlüsselt.

Tabelle 4: Potenzieller Marktnutzen in der Phase Planung (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| Marktteilnehmende in der Phase Planung | Nutzen |
|--|--|
| Bauherr:innen | <ul style="list-style-type: none"> • 3D Visualisierung der Planung in Echtzeit • Minimierung von Planungsfehlern • Kostentransparenz • Frühzeitige Berücksichtigung der Betreiber:innen-Anforderungen |
| Architekt:innen Landschaftsplaner:innen Ingenieurkonsulent:innen | <ul style="list-style-type: none"> • Zeitersparnis durch Einsatz vordefinierter parametrischer BIM Elemente in der Begrünungsplanung • Rasche 3D Visualisierung zur Entwurfsüberprüfung • Minimierung von Planungsfehlern durch 3D Konfliktprüfung • Verlustfreie Informationsübermittlung an Fachplaner:innen (z. B. Statik, Haustechnik) • Zusätzliche Wertschöpfung durch verrechenbare Eingabe von Bau- und betriebsrelevanten Informationen in der Planungsphase |
| Ausschreiber:innen Projektsteuerung ÖBA | <ul style="list-style-type: none"> • Automatisierte Mengenermittlung • Planungsaktuelle Kostenkontrolle • Mitgelieferte zeitliche Ablaufinformationen für die Baustellenplanung • Digitales Verknüpfen von Anforderungen an eingesetzte Produkte mit der 3D Planung |

Tabelle 5: Potenzieller Marktnutzen in der Phase Errichtung (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| Marktteilnehmende in der Phase Errichtung | Nutzen |
|---|---|
| Material- und Komponentenhersteller:innen | <ul style="list-style-type: none"> • Marktvorteile durch zur Verfügung stellen von BIM Modellen ihrer Produkte • Klare Vorgaben über mitzuliefernde BIM-relevante Informationen durch internationale Dokumentationsstandards • Klare Qualitätsvorgaben an die Produkte von Planungsseite |

| Marktteilnehmende in der Phase Errichtung | Nutzen |
|---|---|
| Bauunternehmen Fassadenbauer:innen Dachdecker:innen | <ul style="list-style-type: none"> • Exakte Mengenermittlung • Logistikrelevante Informationen können direkt aus dem Modell extrahiert werden (Bauteilmaße, Massen) • Erleichterte Herstellung individuell angepasster Elemente durch direktes Überführen der 3D Planung in CAD gesteuerten Zuschnitt • Automatische Erstellung von Bauteillisten mit hinterlegten Qualitätsanforderungen • Digitales Hinterlegen von Dokumenten aus der Prüf-/ Überwachungs- und Dokumentationspflicht bis auf Bauteilebene |
| Landschaftsbauer:innen Bauwerksbegrüner:innen Gärtnereien | <ul style="list-style-type: none"> • Einfache Erstellung von Pflanzplänen direkt aus dem 3D Modell • Planungsaktuelle Ausgabe von Pflanzenlisten mit Art- und Qualitätsanforderungen • Dokumentation von Pflegeanforderungen direkt im BIM Modell |
| Bauherr:innen ÖBA | <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Mängelerfassung mit exakter örtlicher Zuordnung • Erleichtertes Gewährleistungs- und Garantiemanagement |

Tabelle 6: Potenzieller Marktnutzen in der Phase Betrieb (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

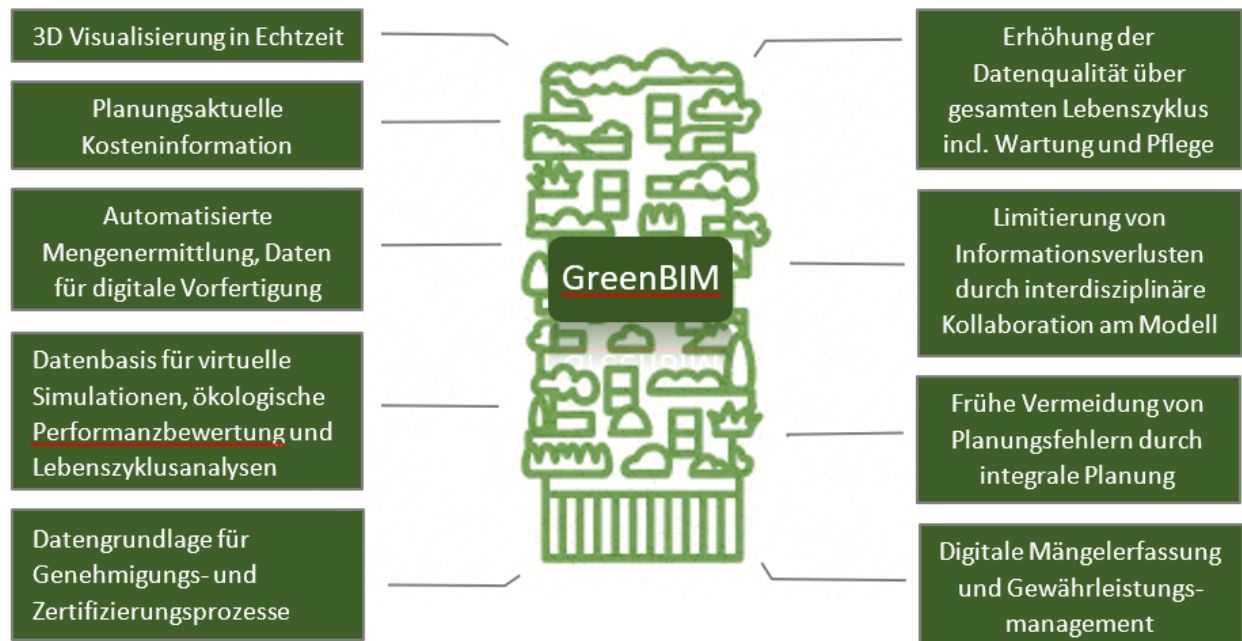
| Marktteilnehmende in der Phase Betrieb | Nutzen |
|--|---|
| Facility Management | <ul style="list-style-type: none"> • Digitale Mängelerfassung mit exakter örtlicher Zuordnung • Erleichtertes Gewährleistungs- und Garantiemanagement • Termingerechte Digitale Übergabe aller betriebsrelevanten Daten und des Gebäudemodells direkt bei der Übernahme • Übernahme von BIM Informationen in CAFM-Systeme (z. B. Einrichtungsliste, Wartungs-/Pflegezyklen) |

| Marktteilnehmende in der Phase Betrieb | Nutzen |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Informationsfluss über Anschaffungs- und Nutzungskosten für betriebswirtschaftliche Betrachtungen/ Lebenszykluskostenanalyse |
| Wartungsbetriebe | <ul style="list-style-type: none"> • Detaillierte Informationen über (Pflanzen-) Bestand • Örtliche und zeitliche Information über erforderliche Pflege- und Wartungsmaßnahmen direkt aus dem Modell • Visuelle Informationen über den baulichen Kontext der Begrünung und dementsprechend bessere technische Planung der Wartung |

Tabelle 7: Potenzieller Marktnutzen in allen Phasen (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)

| Marktteilnehmende in allen Phasen | Nutzen |
|--|--|
| Behörden Prüf- und Zertifizierungswesen | <ul style="list-style-type: none"> • Direkt aus dem BIM Modell auslesbare Informationen über rechtlich relevante sowie umweltwirksame Eigenschaften der geplanten Elemente • Datengrundlage für ökologische und ökonomische Performanz-Bewertungen |
| Forschung & Entwicklung | <ul style="list-style-type: none"> • Vorliegen einer umfassenden Datengrundlage für ökologische, klima- und energietechnische Simulationen sowie Lebenszyklusbetrachtungen |

Abbildung 26: Überblick über die Hauptnutzenfelder der Green BIM Anwendung. (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



Ein besonders hoher Marktnutzen in Form von Zeitersparnis ist durch den Einsatz von Green BIM bei großmaßstäblichen Landschaftsprojekten, zum Beispiel Stadtbegrünungsprojekten, zu erwarten. Während die Garten- und Dachbegrünungsanlage eines Einfamilienhauses noch relativ leicht händisch zu kalkulieren und für eine Angebotslegung qualitativ zu beschreiben ist, ist dies bei stadtplanerischen Projekten mit zahlreichen Bäumen, Rasenflächen, Sträuchern, Mobiliar und Infrastrukturelementen ein äußerst mühseliges Unterfangen mit hohem Zeitaufwand. Gerade hier bringt der Einsatz von BIM durch die Verwendung vordefinierter – eventuell parametrischer - 3D Elementen, planungsaktueller automatisierter Auswertung von Mengen und Kosten, rascher Vergleich von Planungsvarianten bezüglich Wasser- und Wartungsbedarf und Konfliktprüfungen wesentliche Zeitersparnis, Kostentransparenz und deutlich höhere Informationsdichte. Die gleichzeitige dreidimensionale Visualisierung unterstützt auch wesentlich bei der zunehmend geforderten Einbindung der Bürger:innen in Planungen im städtebaulichen Maßstab.

5.10.3. Neue Geschäftsfelder durch Green BIM

Im Rahmen der Erstellung der Markt- und Wirkanalyse wurden drei neue Geschäftsfelder identifiziert, die durch den Einsatz von Green BIM entstehen bzw. wesentlich verändert werden.

- Neues Berufsbild BIM/ Green BIM Manager:innen
- Neuer Geschäftszweig Ökosimulation
- Green BIM fähiges Facility Management / Unterhaltsgärtner:innen

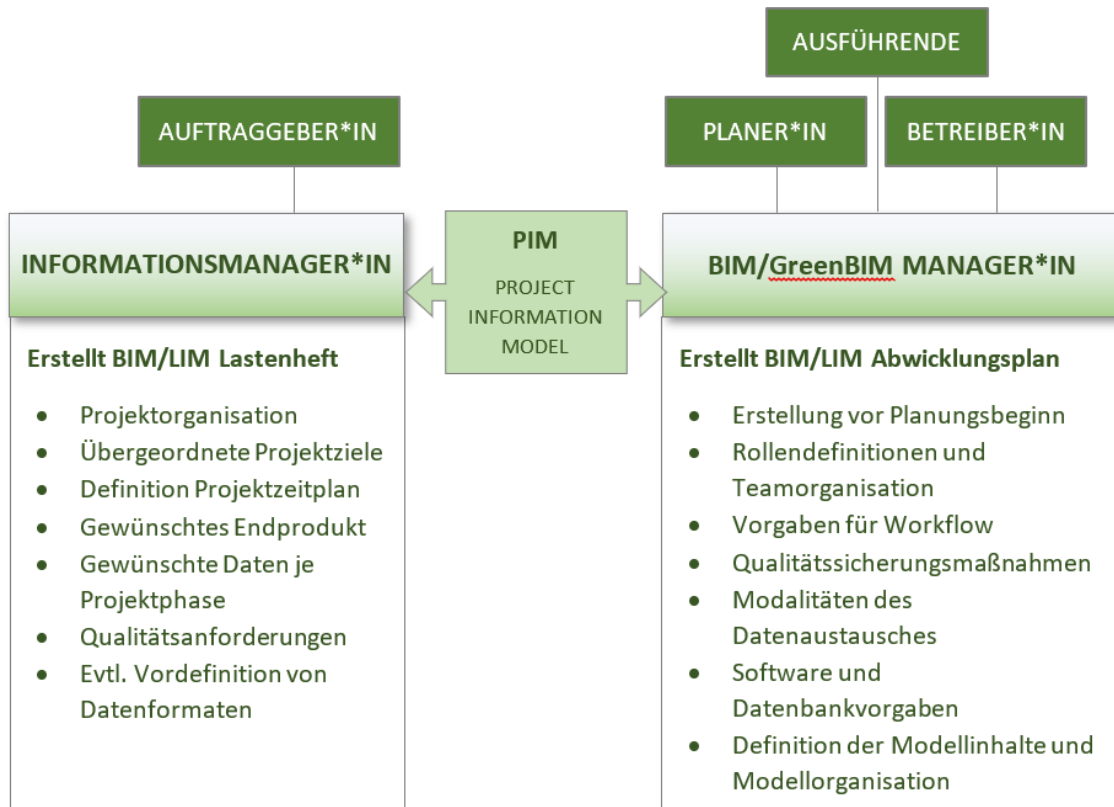
Green BIM Manager:innen erstellen das für einen reibungslosen Projektablauf von BIM Projekten erforderliche Projektinformationsmodell, entweder als Informationsmanager auf Auftraggeber:innen-Seite oder als Green BIM Manager:in auf der Seite der Planer:innen und Ausführenden. Durch die Erweiterung des Berufsbildes BIM Manager:in auf Green BIM können diese

Dienstleistungen nun auch für rein landschaftsarchitektonische und stadtplanerische Projekte angeboten werden. Abbildung 27 zeigt eine detaillierte Auflistung der Aufgabengebiete dieser Berufsfelder.

Vollständige BIM Modelle mit integriertem Green BIM bilden auch die Datenbasis für das relativ junge Feld der virtuellen **Ökosimulationen von Planungsvorhaben**. Insbesondere urbane Planungslösungen werden dabei im Hinblick auf mikroklimatische Wirkung, CO₂- und Wasserbindungskapazitäten sowie Biodiversität und weitere umwelt-, klima- und gesundheitsrelevante Parameter untersucht. Gerade bei Begrünungen, die ja im Gegensatz zu Bauwerken ein dynamisch wachsendes System darstellen, stellt die Einbindung der Wachstumsentwicklung in die Simulationen einen wesentlichen Fortschritt dar.¹⁰ Viele der für die Simulationen benötigten Informationen können beim Einsatz von Green BIM bereits über das BIM Modell zur Verfügung gestellt und in Echtzeit an Planungsänderungen angepasst werden. Einfache Simulationstools könnten in Zukunft auch direkt in Green BIM Modelle mit eingebunden werden. Die Nachfrage nach den so generierten Informationen über Nachhaltigkeitsparameter von Planungen steigt derzeit nicht zuletzt durch gesetzliche Regulatorien (Beispiel EU Taxonomie-Verordnung) rapide.

¹⁰ Vgl. LAND verfügbar unter <https://www.landsrl.com/limlandscape-information-modelling>, zuletzt geprüft am 21.04.2022.

Abbildung 27: Aufgabengebiete im Berufsfeld Green BIM Manager:in (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)



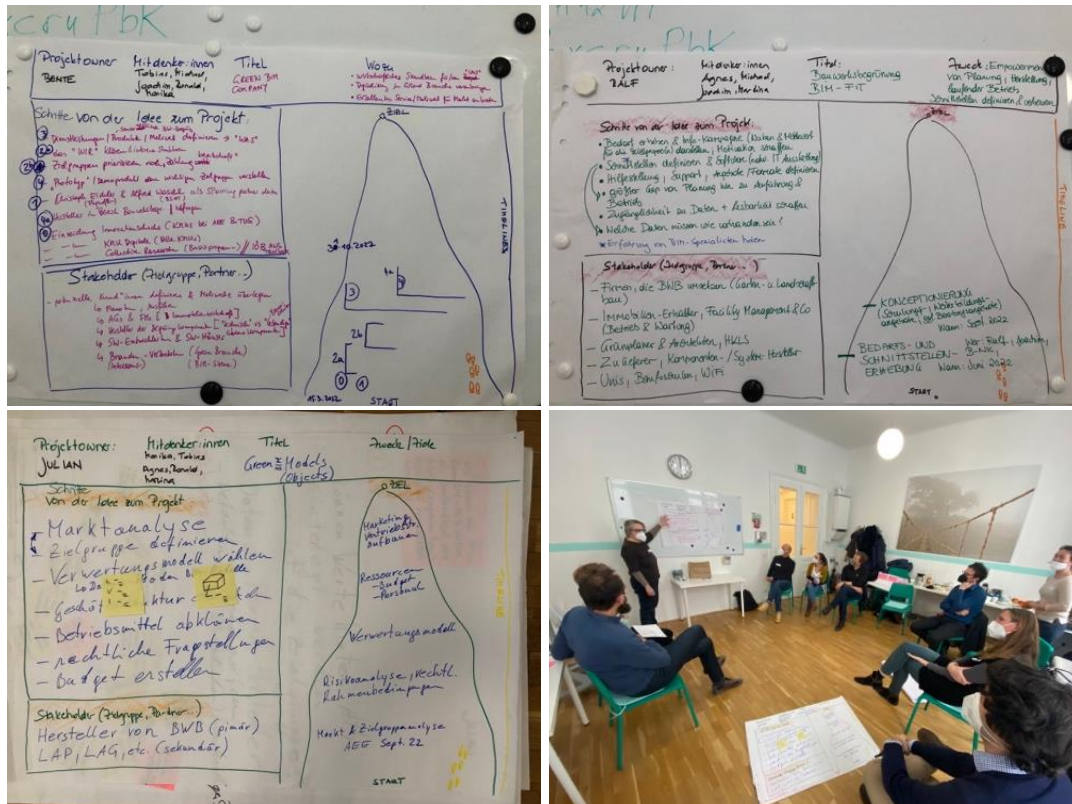
Wie bereits im BIM Viewer bei der Beschreibung des BIM Viewers erwähnt, ist zur maximalen Nutzung der Vorteile von Green BIM jedenfalls auch die Verwendung der Modellinformationen in der Betriebsphase erstrebenswert. Gerade hier können durch **Green BIM fähiges Facility Management** die in der Planung und Ausführung generierten Informationen zu einem effizienten Betrieb mit möglichst wenig Pflanzenverlusten durch unsachgemäße Pflege beitragen. Durch die Verknüpfung von Green BIM mit dem Computer Aided Facility Management (CAFM) resultieren positive zeitliche und monetäre Effekte. So könnten beispielsweise Informationen über Arten, Pflegezyklen, Wartungsmaßnahmen etc. direkt aus dem Green BIM 3D Modell ausgelesen werden. Die Integration von Green BIM-Modellen in CAFM-Systeme macht einen digitalen „Begrünungszwilling“ über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes hinweg verfügbar. Betreiber:innen wird es somit möglich, das Green BIM-Modell als Grundlage zur effizienten Pflege, Nutzung und Instandhaltung von Begrünung einzusetzen um Ordnung, Sicherheit und Kostentransparenz für Unterhaltsgärtner:innen zu schaffen bzw. zu optimieren. Nur der Einsatz von open BIM Formaten, wie im vorliegenden Projekt verfolgt, ermöglicht es ein Modell zu generieren, das den Informationsgehalt standardisiert und unabhängig von der jeweiligen Anwendersoftware transportieren kann.

Künftig könnten auch platzierte Sensoren z. B. Feuchtemessgeräte in BIM Viewern angezeigt und deren Daten direkt in das Modell eingespielt und abgelesen werden. Dies vereinfacht das Facility Management, in dem nicht mehr mehreren Programmen parallel gleichzeitig verwendet werden müssen und eine örtliche Zuordnung der Sensordaten bei Fehlermeldungen sofort möglich ist.

5.11. Analyse von 3 Geschäftsmodellen

Im Rahmen der Innovationsworkshops wurden nach einer eingehenden Ideensammelungsphase drei Geschäftsmodelle im Umfeld des Green BIM erarbeitet, die im Folgenden dargestellt und auf ihr Marktpotenzial hin untersucht werden.

Abbildung 28: Impressionen aus dem Innovations-Workshop (Fotocredit: Projektkonsortium Green BIM)



Aus einem Ideenpool wurden gemeinsam die 3 vielversprechendsten (weil am meisten markttauglichen) Ideen definiert und in der gemeinsamen Runde im Detail ausgearbeitet. Eine Zeitschiene für die Realisierung und erforderliche Schritte für die Umsetzung wurden festgehalten. Es hat sich gezeigt, dass durchaus ähnliche und vergleichbare Ideenansätze von unterschiedlichen Partner:innen aufgegriffen wurden, und daraus wirtschaftliche Synergien und Kooperationen entwickelt werden konnten.

5.11.1. Modell 1: Green BIM Modelle (Objekte)

Idee: Vermarktung der Green BIM Metadaten als Bestandteil von Bauwerksbegrünungs-Komponenten-Modellen für die BIM gerechte Planung.

Umsetzungsmöglichkeiten

Abbildung 29: 2 Varianten vom Modell 1 "Green BIM Modelle (Objekte)"

| VARIANTE A VERKAUF METADATEN | VARIANTE B VERKAUF 3D BIM-MODELLE VON PRODUKTEN/PFLANZEN |
|--|--|
| <p>Die erarbeitete Datenbankstruktur wird ohne hinterlegte Werte vermarktet.</p> <p>Potenzielle Kund:innen Hersteller von Bauwerksbegrünungsprodukten BIM Softwarehersteller</p> <p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none">• einfach zu realisieren,• kaum Personalbedarf• Produkt praktisch fertig <p>Nachteile</p> <ul style="list-style-type: none">• eingeschränkter Kundenkreis• nur einmal pro Kund:in vermarktbar• widerspricht open BIM Prinzip und Wunsch nach weltweiter Etablierung der Klassifikation | <p>Es wird eine Dienstleistung angeboten, ready-to-use BIM-fähige 3D-Modelle von Bauwerksbegrünungskomponenten zu erstellen, die die standardisierten Eigenschaften- Klassen besitzen. Kann mit oder ohne Default-Werte angeboten werden.</p> <p>Potenzielle Kund:innen Hersteller von Bauwerksbegrünungsprodukten BIM Softwarehersteller Architekt:innen und Landschaftsplaner:innen Landschaftsbaubetriebe</p> <p>Vorteile</p> <ul style="list-style-type: none">• Wesentlich größerer Kund:innenkreis• Für jedes Produkt und Produktupdates einzeln verkaufbar• Expertise und Knowhow über Default-Werte kann mit vermarktet werden <p>Nachteile:</p> <ul style="list-style-type: none">• eigene Ressourcen erforderlich (Fachpersonal /Budget)• Betriebsstruktur-, Marketing- und Vertriebsstrategie muss aufgebaut werden |

Marktpotenzial

Die Analyse der Marktteilnehmer:innen ergab, dass der Markt der Produkthersteller im Bauwerksbegrünungsbereich in Österreich mit etwa 100 Teilnehmer:innen sehr überschaubar ist, der Markt der Softwarehersteller im BIM Bereich beschränkt sich ebenso auf wenige Teilnehmer:innen, sodass Variante A aus derzeitiger Sicht eher kein längerfristig wirksames Geschäftsmodell darstellt. Der Markt für Variante B ist insbesondere durch die Einbeziehung der zahlreichen Planungsbüros, für die ein solches Produkt wesentliche Zeit- und damit Kostenersparnisse bringt, deutlich größer und erneuert sich durch die Entwicklung neuer Produkte auch laufend. Hier orten wir trotz des Aufwandes, dafür eine eigene Firmenstruktur aufbauen zu müssen ein hohes Marktpotenzial.

5.11.2. Modell 2: Green BIM Company

Idee: Etablierung eines „Green BIM Business“ mit der Idee als Green BIM Role-Model zu fungieren und damit Geld zu erwirtschaften. Das Green BIM Business umfasst dabei drei Dimensionen:

1. Daten & BIM-Modell
2. Green BIM als Netzwerk, Sozialkapital
3. Expertise, konkretes Consultinggeschäft

Konkret soll sowohl die im Konsortium gewonnene Expertise inklusive der entwickelten Property-Sets als auch das aufgebaute Netzwerk weiterentwickelt und verwertet werden.

Umsetzungsmöglichkeiten

Folgende Wertschöpfungsmodelle könnten innerhalb eines solchen Business erfolgreich sein:

1. Bereich Daten/ BIM Modell
 - Unterstützung von Hersteller:innen bei der BIM-fähig Machung ihrer Produkte (Parallelen zu Geschäftsmodell 1).
 - Kontinuierliche Verbesserung der Attributstruktur nach den Rückmeldungen aus der Praxis und damit zunehmende Anwendungsfreundlichkeit.
 - Zur Verfügung stellen von BIM gerecht durchgearbeiteten Demoprojekten, um Schwellenängste abzubauen und die Einführung von Green BIM zu beschleunigen.
2. Bereich Green BIM Netzwerk, Sozialkapital
 - Etablierung des Projektkonsortiums als Green BIM Expert:innennetzwerk.
 - Multiplikatorenfunktion im Bereich BIM in der Bauwerksbegrünung, Organisation von Informationsveranstaltungen.
 - Vermarktung von Green BIM Fähigkeiten als Zusatzqualifikation der KMUs im Netzwerk. Dadurch werden die entsprechenden Firmen zu primären Ansprechpartner:innen für Projekte, in denen BIM bereits gefordert wird.
3. Expertise, Consultinggeschäft
 - Expert:innenwissen bezüglich begrünungsrelevanter Daten: Anbieten von Default - Daten für die Befüllung der Attribute zu den einzelnen Begrünungskomponenten.
 - Unterstützung von KMUs im Begrünungsbereich beim Umstieg auf BIM durch Schulungen.

Potenzielle Kund:innen

- Planer:innen, Ausführende
- Immobilienentwickler:innen & Facility Management
- Hersteller der Begrünungskomponenten („technisch“ versus „lebendige“)
- Software-Entwickler:innen & Softwarehäuser
- Branchen- und Interessensvertretungen (Grüne Branche, BIM Szene)

Marktpotenzial

Die BIM-Technologie zunehmend zum neuen Standard in der Baubranche. Im Bereich Bauwerksbegrünung steht die Etablierung von Green BIM erst am Anfang, sodass gerade im aktuellen Stadium ein kompetentes Expert:innennetzwerk als zentrale Anlaufstelle für Unternehmen, die Green BIM einsetzen wollen (oder müssen) von besonderem Nutzen sein kann. Durch die

intensive Beschäftigung mit dem Thema im Rahmen des Forschungsprojektes konnte in den letzten 3 Jahren eine große Expertise der Beteiligten aufgebaut werden, die im Rahmen dieses Geschäftsmodells optimal weiter genutzt werden und durch die Rückmeldungen aus der Praxis im Rahmen der Netzwerkfähigkeit noch verbessert werden könnte. Wir gehen davon aus, dass sich Unternehmen am Begrünungssektor durch BIM Knowhow jedenfalls einen Marktvorteil verschaffen können. Ein starkes Green BIM Netzwerk als Multiplikator und Beschleuniger von BIM in der Begrünungsbranche könnte für österreichischen Planer:innen und Ausführenden Unternehmen mit entsprechend geschulten Fähigkeiten auch im internationalen Markt hilfreich sein. Damit lässt die allgemeine Marktsituation bei diesem Geschäftsmodell gute Erfolgchancen erwarten.

Die Idee eines Green BIM Netzwerkes konnte in Form eines im September 2021 gegründeten Vereines in die Praxis umgesetzt werden. Der „Verein zur Förderung der Grünen Baukultur“¹¹, der sich vor allem mit den Themen Grüne Baukultur, Klimawandelanpassung und Digitalisierung, und u.a. Green BIM, auseinandersetzen, hat die Aufgabe, das Thema Green BIM weiter voranzubringen. Die Gründung erfolgte durch einzelne Konsortiumsmitglieder und bietet als breite Plattform sehr gute Möglichkeiten, am Markt als starke Institution aufzutreten. Konsortiumsmitglieder erhalten über den Verein die Möglichkeit, das im Forschungsprojekt entstandene Netzwerk weiterzuleben und inhaltlich das Thema Green BIM weiterzuführen. Der wissenschaftliche Verein, dessen Tätigkeit nicht auf Gewinn gerichtet ist, bezweckt eine auf unabhängige Grundlagenforschung, industrielle Forschung oder experimentelle Entwicklung sowie Erwachsenenbildung ausgerichtete, wissenschaftliche Tätigkeit sowie die Wissensvermittlung, -verbreitung und -transfer von Strategien und Maßnahmen im Bereich nachhaltiges Bauen und die Vernetzung von Unternehmen der Grünen Branche. Die Zwecke des Vereins im Überblick:

- Betrieb und Förderung von wissenschaftlicher und angewandter Grundlagenforschung, industrielle Forschung oder experimentelle Entwicklung, vor allem in den Bereichen Planungs- und Bauwissenschaften, Ingenieurwissenschaften sowie im Handwerk und Technik
- Vorantreiben von Digitalisierung und Vorantreiben von Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft in Planungs- und Bauprozessen
- Weiterbildung von Personen und Institutionen, die in den Bereichen Planungs- und Bauwissenschaften, Ingenieurwissenschaften sowie im Handwerk und Technik tätig sind
- Vernetzung von Personen und Institutionen, die in Planungs-, Bau- und Ausführungsprozessen sowie in der technischen Wartung und Instandhaltung von Grüner, Grauer und Blauer Infrastruktur tätig sind
- Austausch mit Kolleginnen und Kollegen an Schulen, Universitäten, Fachhochschulen, in Gebietskörperschaften und in der Privatwirtschaft

5.11.3. Modell 3: Bauwerksbegrünung BIM-fit

Idee: Konkrete Implementierung von Green BIM als durchgängigen Prozess in der Begrünungsbranche von der Planung bis zum Betrieb. Mit allen relevanten Gewerken sollen Schnittstellen definiert und verbessert werden. Am Ende des Planungs- und Errichtungsprozesses soll die BIM-Info schließlich für Betrieb und Wartung der Begrünung umfassend genutzt werden.

¹¹ Vgl. Vereinswebsite verfügbar unter <https://v-gbk.org/> zuletzt geprüft am 21.02.2023.

Umsetzungsmöglichkeiten

Um das Ziel, die in Abschnitt 3 beschriebenen Nutzen von Green BIM nach Projektphasen optimal zu heben, können folgende Dienstleistungen angeboten werden:

- Informations- und Schulungstätigkeit für alle Stakeholder:innen im Begrünungsbereich mit dem Ziel der Erhöhung der Motivation zum Einsatz von Green BIM und Abbau von Berührungspunkten.
- Erarbeiten von vorgefertigten PIM (Project Information Models) für die gängigen Anwendungsfälle. In diesem „Projektbuch“ ist genau definiert, welche Informationen im Projekt von wem in welcher Form und zu welchem Zeitpunkt zu liefern sind. Solche Vorlagen können die Projektarbeit insbesondere für weniger BIM geschulte Unternehmen wesentlich vereinfachen und den Aufwand und die Hemmschwelle zur BIM Nutzung deutlich verringern.
- Untersuchung der aktuellen Schnittstellenproblematik der unterschiedlichen BIM-Software von Planer:innen, Ausführenden und Betreibern und Erarbeitung von möglichst niederschweligen Lösungen, zum Beispiel in Form von interaktiven web-basierten BIM Viewern. Insbesondere in Wartung und Betrieb sollten nur mehr die Informationen und Bearbeitungsmöglichkeiten verfügbar sein, die für diese Phase relevant sind – ohne auf eine komplexe Planungssoftware zurückgreifen zu müssen, um die Daten einsehen zu können. Eine Überführung der Modellinformationen in gängige CAFM-Systeme wird idealerweise umgesetzt.
- Entwickeln technischer Lösungen zur Einbindung von Sensordaten in Echtzeit in BIM Modelle. Die Daten könnten dann die mittels BIM Viewer abgerufen werden und erleichtern die Betriebsüberwachung deutlich.
- Einbindung der erarbeiteten Attribute und Asets der Bauwerksbegrünung in den IFC-Standard, um einen neuen internationalen Standard zu schaffen.

Marktpotenzial

Eine erfolgreiche Umsetzung dieses Modelles ermöglicht es, die Potenziale von Green BIM über den gesamten Lebenszyklus der Begrünungen voll auszuschöpfen. Daher ist das Interesse der potenziellen Kunden als hoch einzustufen. Da in diesem Modell auch sämtliche beteiligte Betriebe von der Planung bis zum Betrieb bedient werden, ist der mögliche Markt groß. Die zu erarbeitenden Lösungen betreffen grundsätzlich nicht nur Green BIM, sondern BIM generell, dadurch ergibt sich die Chance, dass erfolgreiche technische Lösungen und erarbeitete Prozesse auch für den gesamten „non-green“ BIM Markt anwendbar und verwertbar sind. Damit ist der potenzielle Markt verglichen mit Modell 1 und 2 bei diesem Geschäftsmodell am größten. Voraussetzung für den Erfolg wird hier die Entwicklung von möglichst einfachen, replizierbaren und kostengünstigen Umsetzungsmodellen von Green BIM über alle Projektphasen hinweg sein.

6 Schlussfolgerungen

Die Grüne Branche hat in den letzten Jahren eine enorme Transformation erlebt. Mit der Digitalisierung kommen neue Chancen und Herausforderungen auf die Branche zu. Neue Technologien ermöglichen die digitale Vernetzung von Planung, über Bau und Betrieb verschiedener Standorte, und bieten enorme Potenziale zur Verbesserung von Qualität und Kosteneffizienz. Dies betrifft nicht zuletzt die Integration von Begrünungen in den gesamten Bauprozess, insbesondere zu einem Zeitpunkt, wo Gemeinden und Städte den Wert begrünter Gebäude erkannt haben und deren Einsatz verstärkt fördern und fordern. Um erfolgreich in die digitale Zukunft zu gehen, ist es wichtig, die richtigen Tools und Use Cases zu kennen. Zudem stellt die disziplinübergreifende Materie der Bauwerksbegrünung ein komplexes Planungssystem dar, das immer schnittstellen- und gewerkeübergreifend zu bearbeiten ist. Dies macht eine frühzeitige Integration der Begrünung in digitale Planungsprozesse, u.a. BIM, umso wichtiger. Mit Hilfe von Building Information Modeling (BIM) wird durch die Erstellung eines digitalen Modells ein ganzheitlicher disziplinübergreifender Blick – unter Berücksichtigung der Faktoren Zeit und Kosten – auf den gesamten Lebenszyklus von Planung, Ausführung und Pflege von Grünstrukturen ermöglicht.

Das Projekt Green BIM hat durch die Aufbereitung der entsprechenden Daten für die Integration der Bauwerksbegrünung in BIM einen großen Technologie-Sprung geschaffen. Durch Green BIM gibt es weltweit erstmals einen Vorschlag für ein IFC-Datenmodell, um Bauwerksbegrünungen in open-BIM-Projekte zu integrieren bzw. die dabei benötigten Komponenten mittels IFC abzubilden. Die Green BIM Ergebnisse ebnen somit den Weg für eine disziplinübergreifende, friktionsfreie Zusammenarbeit in BIM, bei welcher die Bauwerksbegrünung von Beginn an und über den gesamten Lebenszyklus hinweg mitgedacht werden kann.

Die Ergebnisse von Green BIM schaffen die Grundlage dafür, dass ...

- ... jene in der Bauwerksbegrünung beteiligten Gewerke, ohne einen erheblichen Mehraufwand an Ressourcen in Bezug auf Personal und Kosten, Teil der BIM Planung werden können (durch einheitliche Standards).
- ... eine Einschulung von Mitarbeitenden durch Verwendung der zur Verfügung gestellten Daten ermöglicht wird.
- ... BIM-basierte Bauwerksbegrünung entlang der gesamten Prozesskette möglich ist.
- ... die gewerkeübergreifende Zusammenarbeit verbessert wird.
- ... die Green BIM Daten für die gesamte Grüne Branche – über die Bauwerksbegrünung hinausgehend – erweitert werden können.

Vorteile der BIM-basierten Planung: Durch die Umsetzung der Bauwerksbegrünung mit BIM ergeben sich zudem die folgenden Vorteile:

- Mehr Transparenz
- Mehr Zuverlässigkeit
- Verbesserung der Zusammenarbeit durch Kommunikation auf Augenhöhe
- Kosteneinsparungen
- Nachweispflichten sind leichter zu erfüllen

- Mehr Miteinbezug der Öffentlichkeit

Von den Ergebnissen des Projekts profitieren alle mit Bauwerksbegrünungsplanung/-pflege befassten Unternehmen, Organisationen, Technologieanbieter, Bauherren, Behörden und Ämter sowie das Facility Management und folgende Disziplinen erhalten einen Technologieschub: Bauwerksbegrünung, Vegetationstechnik, Landschaftsarchitektur, Landschaftsplanung, technische Wartung und Instandhaltung sowie die Grünpflege.

6.1. Einheitliche BIM Standards für die Bauwerksbegrünung

Es zeigt sich anhand aktueller Planungsprojekte, dass sich vor allem bei komplexen Begrünungskonzepten für Gebäude die erforderlichen technischen Konstruktionen (Rankhilfen, Konsolen, Pflanztröge), aber auch Schichtaufbauten für Pflanzsubstrate sehr gut in ohnehin vorhandene BIM-Modelle integrieren lassen. Be- oder Entwässerungsleitungen, Kabelführungen, können ebenfalls im 3D-Modell gut dargestellt werden. Pflanzenmaterial kann über die datenbankähnliche Struktur im BIM-Modell integriert werden und mittels definierter Parameter beschrieben werden. Leitungslängen, Kubaturen oder Stückzahlen können so „auf Knopfdruck“ ausgegeben werden. Die Dateneingabe und der technische Aufwand bedeuten jedoch für alle Beteiligten einen hohen Aufwand. Der Mehrwert ist den hohen Kosten für Software und Schulungskosten für Personal und einem vergleichsweise geringen Honorar der planenden Landschaftsarchitekt:innen gegenüberzustellen. Aus Kostengründen können weder eine Vielfalt an Modellen entwickelt werden noch sind entsprechend geschulte Mitarbeiter:innen vorhanden. Zudem haben es KMUs im Unterschied zu großen Konzernen schwierig, ihre Interessen bei großen Softwareanbietern durchzusetzen. Der hierfür zu erwartende Stundenaufwand im Planungsbüro ist aufgrund aktuell noch nicht vorhandener Referenzprojekte bei Anbotslegung nur schwer abschätzbar und somit mit entsprechend wirtschaftlichem Risiko verbunden. Allerdings mehren sich die Anfragen bezüglich einer Integration von BIM in Projekten der Landschaftsplanung, weshalb eine Vorbereitung dringend notwendig ist.

Die Verfügbarkeit von offenen und einheitlichen Standards für die Bauwerksbegrünung ist daher besonders für kleine und mittelgroße Unternehmen, welche bei der Planung, Ausführung oder Grünpflege von Begrünungen durch die Einführung von BIM und weiteren Digitalisierungsprozessen großen Herausforderungen gegenüberstehen, unabdingbar. Mit einheitlichen Standards können KMUs zukünftig ihre individuellen Softwarelösungen weiterverwenden und erhöhter Datenaustausch und Interoperabilität sind möglich. Das Forschungsprojekt hat aber auch gezeigt, dass eine inhaltliche und fachliche Auseinandersetzung mit der Thematik bei allen (im Planungsprozess) beteiligten Stakeholder:innen wichtig ist, was eine breite Informationsarbeit auf allen Ebenen erforderlich macht.

6.2. BIM-basierte Bauwerksbegrünung entlang der gesamten Prozesskette

Bauwerksbegrünungen als technische, jedoch lebende Systeme müssen deutlicher als Teil des Planungsprozesses hervorgehoben werden und in allen Planungsschritten miteinbezogen und

dokumentiert werden. Dies gilt nicht nur für den landschaftsarchitektonischen Entwurf, sondern bezieht sich auch auf technische Details zum Beispiel betreffend Haustechnik, statische Voraussetzungen und Reserven, Bauphysik, Brandschutz, Erreichbarkeit etc. Zukünftige Bauwerksbegrünungen sollten schon mit den ersten Ideen und Planungsschritten von Bauvorhaben mitentwickelt werden. Die planungs- und bautechnische Dokumentation von Beginn an und eine umfassende Dokumentation der Grünpflege und Wartung im laufenden Betrieb nach der Fertigstellung sind hier von großer Bedeutung.

Um rechtzeitig – von Beginn an – in Planungen involviert zu sein – was wiederum für die Qualität einer Planung von großer Wichtigkeit ist, ist es von Bedeutung, die entsprechenden Strukturen, Prozesse und Standards für die Bauwerksbegrünung zu schaffen. Die weitere Vertiefung der Expertise für die Integration von Technologien und Dienstleistungen in BIM / digitale Projektabwicklungen bei Planung, bis Wartung von Bauwerksbegrünungen ist sehr wesentlich zur Steigerung der Effektivität integraler Planungsprozesse. Die Einbindung von BIM in den alltäglichen Planungsprozess von Bauwerksbegrünungen stellt eine Möglichkeit dar, die Prozesse zu vereinfachen, Planungsmissstände bereits früh zu erkennen und beheben zu können und damit Qualitätsmanagement-Prozesse zu unterstützen. Bauwerksbegrünung in BIM Modellen abzubilden und zu implementieren und somit zukunftsfähig zu machen, ist wichtig, um die Gewerke der Bauwerksbegrünung als vollwertiges digitales Planungsgewerk in eine moderne Projekt-Abwicklung einzubinden.

BIM-basierte Bauwerksbegrünungen fördern den Ansatz, Begrünungen und Grünstrukturen gleich mit dem Gebäude, beginnend von der ersten Entwurfsidee entlang der gesamten Prozesskette – Planen, Bauen und Betreiben – mitzudenken, zu simulieren, zu berechnen, zu planen und zu betreiben und damit dem/der Auftraggeber:in als überzeugende Lösung darzustellen.

6.3. Bauwerksbegrünung braucht gewerkeübergreifende Zusammenarbeit

Die disziplinübergreifende Materie der Bauwerks- und Gebäudebegrünung stellt ein komplexes Planungssystem dar, das immer schnittstellen- und gewerkeübergreifend zu bearbeiten ist. Bauwerksbegrünung entlang der gesamten Prozesskette erfordert in der Zukunft ein verstärktes interdisziplinäres Zusammenwirken unterschiedlichster Fachdisziplinen, wie Landschaftsplanung, Landschaftsarchitektur, Vegetationstechnik, Landschaftsbau und auch Architektur, Haustechnik, Bauphysik und Statik.

Bauwerksbegrünungen – Dachbegrünungen mit Extensiv- und Intensivaufbauten und Vertikalbegrünungen in unterschiedlichsten Begrünungsvarianten – sind ein wesentlicher Beitrag zur mikroklimatischen Verbesserung unserer Städte und Siedlungsgebiete. Die Verzahnung der Gebäudehülle mit unterschiedlichsten Begrünungstechniken verlangt jedoch nach einer noch intensiveren Zusammenarbeit aller beteiligten Fachdisziplinen. Vor allem hochtechnisierte Fassaden- und Dachbegrünungen verlangen eine gesamtheitliche durchdachte Planung, die abseits der Ausführung und Installation auch den laufenden Betrieb und die Grünpflege und technische Wartung der Grünsysteme miteinschließt. Dies macht eine frühzeitige/rechtzeitige Integration von Bauwerksbegrünung in BIM-Modelle umso wichtiger.

Bauwerksbegrünungen sind immer lebende Systeme! Daher ist die Schnittstelle Mensch – Technik – Natur enorm wichtig. Die Berücksichtigung lebender grüner Pflanzen als ein weiterer „Baustoff“ in BIM-Modellen wird die Realisierung von Bauwerksbegrünungen in Zukunft vereinfachen.

6.4. Chancen für die Grüne Branche

Was im Projekt Green BIM für die Bauwerksbegrünung erarbeitet wurde, ist im Wesentlichen für die gesamte Grüne Branche relevant, um den Digitalisierungsschritt in Richtung gemeinsames digitales und integrales Planen und Arbeiten, mitzugehen. Der digitale Wandel macht auch vor Grünstrukturen nicht halt und beeinflusst immer mehr deren Planung, Bau und Betrieb. BIM ist hier ein wichtiger Baustein, um eine Gesamtsicht aus allen Phasen des Lebenszyklus zu ermöglichen. Daher sollten Begrünungs- und BIM Planung zu einer friktionsfreien Planung, Umsetzung und Grünpflege verschmelzen. Mit den im Projekt Green BIM erstmals formulierten Grundlagen werden die Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur, die Vegetationstechnik und speziell Bauwerksbegrünungen auf eine Teilnahme an offenen BIM-Prozessen vorbereitet.

6.5. Praxis-Proof der Green BIM Ergebnisse

Die aus dem Projekt entstandenen Ergebnisse wurden aus einem sehr holistischen Blick und der Zusammenarbeit verschiedener Gewerke, welche in Bauwerksbegrünungen zusammenarbeiten und involviert sind, erarbeitet. Sie sind daher sehr umfassend. Vor allem der Erweiterungsvorschlag für eine IFC-Datenstruktur enthält eine Vielzahl an Attributen. Um die Anwendbarkeit der Ergebnisse in der Praxis zu überprüfen, wäre ein Praxis-Proof mit verschiedenen Unternehmen rund um die Bauwerksbegrünung denkbar und sinnvoll. Daraus könnten sich jene Ergebnisse herauskristallisieren, welche für die Bauwerksbegrünung in der Praxis besonders relevant sind, und welche daher vorrangig standardisiert werden sollten. Ein Testen und Überprüfen der Green BIM Ergebnisse in der Praxis und anhand tatsächlicher Projekte unterschiedlicher Unternehmen, würde die Forschungsergebnisse aus Green BIM für die Anwendungsfälle konkretisieren, und bereits in die Praxis ausrollen.

7 Ausblick und Empfehlungen

Die Ergebnisse des Projekts bilden die optimale Grundlage für eine zukünftig digital verschränkte Arbeit von Architektur und Bautechnik mit Bauwerksbegrünungen. Langfristig sollen auch die zur BIM-Modellierung von Bauwerksbegrünung erforderlichen Metadaten und Datenstrukturen in den IFC-Standard einfließen.

Folgende Ergebnisse wurden im Projekt Green BIM erzielt:

- **Green BIM IFC-Datenstruktur** für die Bauwerksbegrünung („Bauwerksbegrünungsmodell“ im BIMQ): Erweiterungsvorschlag für eine IFC-Datenstruktur, die Merkmale der Bauwerksbegrünung berücksichtigt – entlang der Leistungsphasen der Landschaftsplanung
- **Ergänzungen des AIA-Templates von bsAT** mit Anforderungen der Bauwerksbegrünung
- **Begriffe der Bauwerksbegrünung für das bsDD** (buildingSMART Data Dictionary) in Deutsch und Englisch
- BIM-basierte prototypische **Prozessmuster und Phasenmuster**, ausgearbeitet für **3 Anwendungsfälle** (Use Cases) in der Bauwerksbegrünung:
 - Ausschreibung und Vergabe von Bauwerksbegrünungen
 - Ökologische Bewertung von begrünten Bauwerken
 - Übergabe des BIM-Modells an die Betriebsführung

Neben diesen Vorgaben an die Datenstrukturgrundlagen entstanden auch Grundlagen zu Vorgaben in Hinblick auf verschiedene alphanumerische (LOI) und geometrische (LOG) Detaillierungsgrade von Modellinformationen im Projektverlauf sowie detaillierte Vorgaben zur Modellierung von Bauwerksbegrünungssystemen.

Auf Basis der Ergebnisse, sind aus Sicht des Green BIM Teams, die nachfolgenden Schritte wesentlich um Green BIM in der Bauwerksbegrünung zu etablieren:

- Praxis-Proof der Green BIM Ergebnisse
- Implementierung in den IFC-Standard

Der aus dem Projekt entstandene **Verein zur Förderung der Grünen Baukultur** wird das Thema weiterverfolgen und hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Green BIM Ergebnisse in die Praxis zu bringen. Unter anderem ist geplant die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt Green BIM einem **Praxis-Proof** zu unterziehen. Vor allem die Green BIM-IFC-Datenstruktur inkl. bsDD-Erweiterungen, die AIAs, und die Use Cases inkl. Prozessmuster werden an realen Planungsprojekten der Vereinsmitglieder geprüft. Dies erfolgt an realen Planungsprojekten entlang der gesamten Prozesskette sowie der Leistungsphasen – vom Entwurf, über die Ausführungs- und Detailplanung, bis hin zur Ausschreibung, Ausführung, Grünpflege und Nachnutzung.

Um die Green BIM-Datenstruktur in die Praxis auszurollen, ist formal auch die **Implementierung in den IFC-Standard** notwendig. Dazu ist geplant die entsprechenden Stakeholder einzubinden, um die internationale Zertifizierung des „Green BIM-IFC-Modells“ voranzutreiben, die BIM-Leistungen in die Honorarordnungen der Landschaftsarchitektur zu bringen und im Sinne des open BIM-Ansatzes

durch Zusammenarbeit mit Software-Häusern (z.B. Vectorworks) den offenen Standard inkl. Schnittstelle zum Software-Support zu implementieren.

Die Europäische Kommission empfiehlt den Mitgliedsstaaten, BIM ab dem Jahr 2020 verpflichtend für öffentliche Ausschreibungen zu verlangen. Die Stadt Wien etwa fordert schon jetzt bei Großprojekten von den Planungsteams BIM-Kenntnisse bzw. qualifiziertes Schlüsselpersonal. Es ist zu erwarten, dass bei öffentlichen Auftraggeber:innen BIM als Planungsmethode in den kommenden Jahren verstärkt zum Einsatz kommen wird. Beginnend über Architektur- und Ingenieurbüros werden aller Voraussicht nach und nach auch alle anderen am Planungsprozess beteiligten Fachplaner:innen – so auch die Landschaftsarchitektur und Grünraumpflege – qualifizierten Beteiligten in BIM-Projekte heranwachsen müssen. Auch aus diesem Kontext ergibt sich, dass jetzt ein idealer Zeitpunkt ist um – wie im Projekt Green BIM vorgesehene – Gebäudebegrünungen in BIM mitzudenken und existierende Standards (ISO 16739) zu deren Planungs- und Life Cycle-Einbindung in BIM zu ergänzen.

Nehmen wir die inzwischen vielerorts bereits vorgeschriebene Dachbegrünung als Beispiel. Ein digitales Gebäudemodell ohne die Dachbegrünung und ohne Informationen über Unterkonstruktionen, Substrate, Pflanzen, Wasserbedarf und Bewässerungssysteme, Pflegezyklen etc. könnte weder die automatisierte statische Berechnung oder Konfliktprüfung der BIM Modelle noch die automatisierte Mengenermittlung, zeitliche Errichtungsplanung, Kosteninformationen oder Informationen für die Wartung des Gebäudes vollständig im Sinne des BIM Prozesses abbilden. Bei der Fassadengebundenen Begrünung, die oft noch deutlicher mit der Gebäudekonstruktion verwoben ist, wird eine digitale Abbildung des Gesamtgebäudes in BIM ohne gleichwertige Informationsdichte der Begrünungsbestandteile noch schwieriger. Green BIM ist daher aus unserer Sicht nicht als eigenständiges System, sondern als integraler Bestandteil der BIM Planung zu verstehen und anzuwenden.

Da die IFC-Klassen ein international gültiges System darstellen und die im Rahmen des Projektes erstellten Property-Sets in diese Klassifikation integrierbar sind, könnten die erarbeiteten Inhalte den neuen internationalen Standard für Green BIM darstellen. Aktuell werden im Rahmen der BIM 3D Planung begrünungsrelevante Elemente häufig durch Zweckentfremdung von gängigen bautechnischen Elementen wie Decken, Wänden oder Stützen mit den dazugehörigen Klassifizierungen modelliert und fehlende Parameter durch individuell hinzugefügte Informationsklassen ergänzt. Gerade bei der effektiven Nutzung von BIM ist jedoch ein durchgängiger Standard essentiell, um einen reibungslosen Informationsfluss über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerkes zwischen allen Beteiligten sicherzustellen. Dieser ist mit den neu erstellten Klassen auch über nationale Grenzen hinweg möglich. Aktuelle internationale Publikationen zum Thema BIM in der Landschaftsarchitektur belegen das globale Interesse an dem Thema und die Notwendigkeit der Etablierung internationaler Standards (vgl. Kim et al 2014; Abdirad et al. 2015; Sayed Emara 2022; Borkowski et al 2021).

Green BIM als umfangreiche Datengrundlage und systematisierte Attributsammlung für BIM-Modelle kann helfen, die Akzeptanz in der Branche und das Bewusstsein bei den Auftraggeber:innen zu fördern. Über Einzelprojekte hinweg einheitliche Datensätze können massiv dazu beitragen, Redundanzen in den Planungsteams zu minimieren, dadurch Kosten zu sparen, effizientere Bearbeitungen zu fördern, Bewusstsein für das Thema Bauwerksbegrünung zu bilden. Vereinheitlichte Datengrundlagen verhindern ein paralleles Entstehen unterschiedlicher, individueller und oftmals nicht auf fachlicher Expertise basierter Systeme.

8 Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: BIM im Lebenszyklus eines Gebäudes (Quelle: Borrmann et al. 2015) | 12 |
| Abbildung 2: Anwendungstiefe von BIM entlang des Stufenplans (Quelle: Bauen Digital Schweiz et al. 2018)..... | 13 |
| Abbildung 3: Unterschiedliche BIM-Einsatzmöglichkeiten (Quelle: Borrmann et al. 2015) | 15 |
| Abbildung 4: Schema der IFC-Datenstruktur (Quelle: buildingSMART, 2016) | 17 |
| Abbildung 5: Übersicht die Methoden im Projektverlauf (Quelle: Murschetz et al. 2022) | 25 |
| Abbildung 6: Eingesetzte Methoden in der Grundlagenanalyse (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 27 |
| Abbildung 7: LOD/LOI am Beispiel eines Baums. (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 31 |
| Abbildung 8: Die Phasen der Grünpflege von Bauwerksbegrünungen (Quelle: Dopheide et al. 2021) | 32 |
| Abbildung 9: Die Fact Sheets der 10 ausgewählten Praxisbeispiele (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 37 |
| Abbildung 10: Excel-Ausschnitt: Daten zu verschiedenen Formen der Vertikalbegrünung (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 41 |
| Abbildung 11: Excel-Ausschnitt: Produktkomponenten von Bauwerksbegrünung (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM)..... | 42 |
| Abbildung 12: Excel-Ausschnitt: Vegetation und Bepflanzung (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 43 |
| Abbildung 13: Excel-Ausschnitt: Pflanztröge (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 43 |
| Abbildung 14: Ausschnitt aus der finalisierten Tabelle zur Datenerhebung (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 45 |
| Abbildung 15: Attribute in den verschiedenen BIM-Anwendungsgebieten (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 46 |
| Abbildung 16: In IFC/bsDD (nicht) verfügbaren Attribute (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 46 |
| Abbildung 17: Mögliche Verortung der Bauwerksbegrünung in de IFC-Struktur (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM)..... | 49 |
| Abbildung 18: Inhaltsverzeichnis der Green BIM-AIA (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 50 |
| Abbildung 19: Ausschnitt des Phasenmodells der horizontalen Bauwerksbegrünung (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM)..... | 51 |
| Abbildung 20: Anforderungsdefinitionen in BIMQ (Quelle: eigene Darstellung, Projektconsortium Green BIM) | 52 |

| | |
|--|----|
| Abbildung 21: Ausschnitt aus einem Phasenmodell (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 53 |
| Abbildung 22: Datenstruktur für Bauwerksbegrünung in BIMQ (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 55 |
| Abbildung 23: Green BIM Viewer (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 56 |
| Abbildung 24: Verknüpfung des BIM Modells mit Live-Sensordaten (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 57 |
| Abbildung 25: Übersicht über BIM User:innen am Begrünungssektor (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 60 |
| Abbildung 26: Überblick über die Hauptnutzenfelder der Green BIM Anwendung. (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)..... | 64 |
| Abbildung 27: Aufgabengebiete im Berufsfeld Green BIM Manager:in (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 66 |
| Abbildung 28: Impressionen aus dem Innovations-Workshop (Fotocredit: Projektkonsortium Green BIM) | 67 |
| Abbildung 29: 2 Varianten vom Modell 1 "Green BIM Modelle (Objekte)" | 68 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Gruppierung von Attributen am Beispiel des Msets „Kletterpflanze“ (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM)..... | 47 |
| Tabelle 2: Anzahl der Betriebe in den relevanten Branchen in Österreich (Quelle: eigene Zusammenstellung, Projektkonsortium Green BIM)..... | 59 |
| Tabelle 3: Anzahl der Betriebe in Gebäudeverwaltung und Facility Management in Österreich (Quelle: eigene Zusammenstellung, Projektkonsortium Green BIM)..... | 60 |
| Tabelle 4: Potenzieller Marktnutzen in der Phase Planung (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 61 |
| Tabelle 5: Potenzieller Marktnutzen in der Phase Errichtung (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 61 |
| Tabelle 6: Potenzieller Marktnutzen in der Phase Betrieb (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 62 |
| Tabelle 7: Potenzieller Marktnutzen in allen Phasen (Quelle: eigene Darstellung, Projektkonsortium Green BIM) | 63 |
| Tabelle 8: Beschreibung der Daten, welche im Rahmen des Projekts Green BIM verwendet wurden | 85 |
| Tabelle 9: Beschreibung der Daten, welche im Projekt Green BIM generiert wurden..... | 86 |
| Tabelle 10: Beschreibung der Metadaten im Projekt Green BIM | 87 |

Literaturverzeichnis

Abdirad, Hamid; Lin, Ken-Yu (2015): Advancing in Object-Based Landscape Information Modeling: Challenges and Future Needs. In: Computing in Civil Engineering, S. 548–555. DOI: 10.1061/9780784479247.068.

Austrian Standards Institute (2021): ÖN EN ISO 14040; Umweltmanagement - Ökobilanz - Grundsätze und Rahmenbedingungen

Austrian Standards Institute (2015): ÖN A 6241-2: Digitale Bauwerksdokumentation.

Bauen digital Schweiz; buildingSMART (Hg.) (2018): Stufenplan Schweiz. Digital Planen, Bauen und Betreiben. Online verfügbar unter <https://bauen-digital.ch/assets/Downloads/de/180222-BdCH-Stufenplan-web.pdf>, zuletzt geprüft am 24.09.2022.

Borkowski, Andrzej Szymon; Wyszomirski, Michał (2021): Landscape Information Modelling: An important aspect of BIM Modelling, examples of cubature, infrastructure, and planning. In: GLL 1, S. 7–22. DOI: 10.15576/GLL/2021.1.7.

Borrmann, A.; König, M.; Koch, C.; Beetz, J. (2015): Building Information Modeling - Technologische Grundlagen und industrielle Praxis. Wiesbaden.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (Hg.) (2017): Weißbuch Stadtgrün Weißbuch Stadtgrün. Grün in der Stadt – Für eine lebenswerte Zukunft. Online verfügbar unter https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/publikationen/wohnen/weissbuch-stadtgruen.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt geprüft am 08.02.2023.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) (Hg.) (2018): Stadt der Zukunft. Auf dem Weg zu Plus-Energie-Quartieren. 6. Ausschreibung, Leitfaden zur Projekteinreichung, Oktober 2018. Online verfügbar unter https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/thematische%20programme/Energie/1_sdz_leitfaden_6.ausschreibung_v2_2018.pdf, zuletzt geprüft am 03.01.2023.

Dopheide, Ralf; Hollands, Jutta; Knoll, Bente; Korjenic, Azra; Mitterböck, Michael; Pitha, Ulli et al. (2021): greening UP! Nachhaltige Grünpflege, Wartung, Instandhaltung von Vertikalbegrünungen inklusive rechtlicher Aspekte. Hg. v. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (Berichte aus Energie- und Umweltforschung). Online verfügbar unter <https://www.b-nk.at/leitfaden-greening-up/>, zuletzt geprüft am 16.02.2022.

Enzi, Vera; Formanek, Susanne; Peritsch, Manfred; Steinbauer, Gerold; Oberbichler, Christian; Kocher, Marek (2020): Green Market Report Kompakt. Bauwerksbegrünung in Österreich: Zahlen, Daten, Märkte. Ein Projektbericht im Rahmen des Programms: Stadt der Zukunft. Hg. v. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Online verfügbar unter https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2020-27-green-market-report-kompakt.pdf, zuletzt geprüft am 17.03.2022.

Jabbar, Muhammad; Yusoff, Mariney Mohd; Shafie, Aziz (2022): Assessing the role of urban green spaces for human well-being: a systematic review. In: GeoJournal 87 (5), S. 4405–4423. DOI: 10.1007/s10708-021-10474-7.

Kim, Bok-Young; Son, Yong-Hoon (2014): The Current Status of BIM in the Field of Landscape Architecture and the Issues on the Adoption of LIM. In: Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 42 (3), S. 50–63. DOI: 10.9715/KILA.2014.42.3.050.

Knoll, Bente; Renkin, Agnes; Ralf Dopheide; Knasmillner, Elisabeth; Karner, Markus; Fleischmann, Michael et al. (2022): Raum & Grün. Möglichkeiten zur Integration von Begrünung ins Regelwerk der österreichischen Raumordnung. Hg. v. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) (Berichte aus Energie- und Umweltforschung, 45). Online verfügbar unter https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/sdz_pdf/schriftenreihe-2022-45-raum-und-gruen.pdf.

Knoll, Thomas; Grimm, Karl; Zimmermann, Daniel; Scheuch, Dominik; Prähofer, Gerhard (2016): Honorarleitlinie Landschaftsarchitektur; Standardleistungsbilder Landschaftsplanung. Hg. v. ÖGLA - Österreichische Gesellschaft für Landschaftsplanung und Landschaftsarchitektur. Online verfügbar unter https://hausderlandschaft.org/wp-content/uploads/2022/04/OEGLA_Honorarleitlinie_201609.pdf, zuletzt geprüft am 08.02.2023.

Köhler, Manfred (Hg.) (2012): Handbuch Bauwerksbegrünung. Planung – Konstruktion – Ausführung. Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG.

Kraus, Florian; Fritthum, Roman; Robausch, Eva; Scharf, Bernhard; Preiss, Jürgen; Enzi, Vera et al. (2019): Leitfaden Fassadenbegrünung. Hg. v. MA 22 - Wiener Umweltschutzabteilung. Online verfügbar unter <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/fassadenbegruenung-leitfaden.pdf>, zuletzt geprüft am 30.01.2020.

Mann, Gunter; Mollenhauer, Felix (2021): GRÜNSTATTGRAU-Fachinformation „Positive Wirkungen von Gebäudebegrünungen (Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung)“. Hg. v. GRÜNSTATTGRAU GmbH und Bundesverband GebäudeGrün e.V. (BuGG). Online verfügbar unter <https://gruenstattgrau.at/checkout/?doc=16382>, zuletzt geprüft am 30.06.2022.

Murschetz, Julian; Monsberger, Michael; Knoll, Bente; Renkin, Agnes; Graf, Romana; Ralf Dopheide et al. (2022): GreenBIM – fundamentals for the integration of building greening in openBIM projects. In: Eilif Hjelseth, Sujesh F. Sujan und Raimar Scherer (Hg.): eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction: ECPPM 2022. ECPPM 2022. 14th European Conference on Product and Process Modelling. Trondheim, 14.09.2022-16.09.2022.

Preiss, Jürgen; Pitha, Ulrike; Scharf, Bernhard; Enzi, Vera; Oberarzbacher, Stefanie; Hancvencl, Georg et al. (2013): Leitfaden Fassadenbegrünung. 1. Aufl. Hg. v. Magistrat der Stadt Wien. Wien. Online verfügbar unter <https://www.wien.gv.at/umweltschutz/raum/pdf/fassadenbegruenung-leitfaden.pdf>, zuletzt geprüft am 31.01.2017.

Sayed Emara, Mehad (2022): Toward a suggested proposed model for the use of building information modeling (BIM) in the implementation phase for landscaping. In: Ain Shams Engineering Journal 13 (2), S. 101566. DOI: 10.1016/j.asej.2021.08.009.

Stadt Wien (Hg.): Planungsgrundlagen zur Bebauungsbestimmung „Begrünung der Fassaden“. Online verfügbar unter <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/strategien/pdf/planungsgrundlagen-bebauungsbestimmung-fassadenbegruenung.pdf>, zuletzt geprüft am 08.01.2023.

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------------|--|
| 2D | zwei-dimensional |
| 3D | drei-dimensional |
| AIA | Auftraggeber:innen-Informationsanforderungen |
| AN | Auftragnehmer:in |
| Aset | Attribut-Set |
| ASI | Austrian Standards Institute |
| AT | Österreich |
| BAP | BIM-Projektentwicklungsplan |
| BdCH | Bauen digital Schweiz (Verein) |
| BIM | Building Information Modelling |
| BIMQ | Informationsmanagement-System für BIM-Projekte |
| BIP | Bruttoinlandsprodukt |
| BPMN | Business Process Model and Notation |
| bsAT | buildingSMART Austria |
| bSDD | buildingSMART Data Dictionary |
| CAFM | Computer Aided Facility Management |
| CEN/TC 442 | Technical Committee for BIM |
| CH | Schweiz |
| DMP | Data Management Plan |
| EP | Eutrophierungspotenzial |
| IDM | Information Delivery Manual |
| GWP | global warming potential |
| GUID | Globally Unique Identifier |
| IFC | Industry Foundation Classes |
| IFC4 ADD2 TC1 | IFC Version 4.0 - Addendum 2 - Technical Corrigendum 1 |
| ISO | International Organization for Standardization |
| KMU | Klein- und Mittelunternehmen |
| KPI | Key Performance Indicators |
| KSA NR | Kumulierter Stoffaufwand nicht erneuerbarer Rohstoffe |
| KSA R | Kumulierter Stoffaufwand erneuerbarer Rohstoffe |

| | |
|----------|--|
| LOD | Level of Detail |
| LOG | Level of Geometry |
| LOI | Level of Information |
| Mset | Merkmal-Set |
| ÖBA | örtliche Bauaufsicht |
| ODP | Ozonabbaupotenzial |
| ÖGLA | Österreichische Gesellschaft für Landschaftsplanung |
| PDF | Portable Document Format |
| PENRT | Primärenergiebedarf an nicht erneuerbaren Ressourcen |
| PE-Total | Primärenergiebedarf gesamt |
| POCP | Photochemische Ozonbildung |
| Pset | Property-Set |
| u. a. | unter anderem |
| u. Ä. | und Ähnliches |
| UK | United Kingdom, Vereinigtes Königreich |
| USA | United States of America, Vereinigte Staaten von Amerika |
| usw. | und so weiter |
| VDI | Verein Deutscher Ingenieure e. V. |
| VDI-2552 | Richtlinienreihe des VDI 2552 zu Building Information Modeling (BIM) |
| z. B. | zum Beispiel |

9 Anhang

9.1. Data Management Plan (DMP)

Der Daten Management Plan (DMP) dient dem Schutz von personenbezogenen und sensiblen Daten sowie dem strukturierten Umgang mit allen Daten, die im Rahmen des Projekts erhoben und gesammelt werden. Der DMP ist ein formelles Dokument, das beschreibt, was während und nach einem Forschungsprojekt mit den erhobenen Daten getan wird.

9.1.1. Datenerstellung und Dokumentation

Zusätzlich zu den Primärdaten wurden im Projekt Green BIM zum Teil auch Sekundärdaten verwendet, die entweder öffentlich verfügbar sind, von vorangegangenen Projekten befugt entnommen wurden oder über Kooperationen an einzelne Projektpartnerorganisationen übermittelt wurden. Die Green BIM-Projektpartnerorganisationen verwendeten bereits existierende Daten, wie Kontakte zu Expertinnen und Experten und Stakeholdern sowie Daten zu den Fallbeispielen. Konkret wurden folgende bereits existierende Daten im Rahmen des Projekts Green BIM genutzt:

Tabelle 8: Beschreibung der Daten, welche im Rahmen des Projekts Green BIM verwendet wurden

| Beschreibung | Typ | Art | Quelle | Link |
|---|-----------------|--|---|------|
| Fallbeispiele: Daten aus realen Umsetzungsprojekten der Bauwerksbegrünung | Texte und Pläne | Informationen, Fotos | Webseiten der Projekte, Auftraggeber:innen, Planungs- und Umsetzungsunternehmen | |
| Fallbeispiele: Daten aus realen Umsetzungsprojekten der Bauwerksbegrünung | Texte und Pläne | Plandarstellungen, Hintergrundinformationen, technische Daten, Fotos, Visualisierungen | Gespräche mit Auftraggeber:innen, Planungs- und Umsetzungsunternehmen | |
| Im Konsortium bereits verfügbare personenbezogene Daten | Texte | Listen mit Namen und Kontaktdaten (E-Mail, Telefonnummern) | Vorhandene Netzwerke und Kontakte der Partner:innen | |
| Öffentlich zugängliche personenbezogene Daten von Stakeholdern | Texte | Listen mit Namen und Kontaktdaten (E-Mail, Telefonnummern) | Webseiten von Expert:innen, Herstellern, Grünpflegeunternehmen etc. | |

Aufgrund der Forschungsziele des Projekts wurden neue qualitative und quantitative Daten benötigt. Der Zweck dieser Datenerhebung und -generierung bestand darin den festgelegten Zielen des Projekts nachkommen zu können. Weitere personenbezogene Daten wurden gesammelt, um das Projekt abzuwickeln, dokumentieren und auswerten zu können. Es wurden die folgenden Daten im Rahmen des Projekts Green BIM gesammelt und erhoben:

Tabelle 9: Beschreibung der Daten, welche im Projekt Green BIM generiert wurden

| ID | Beschreibung | Typ | Art | Verantwortlich | Zugang |
|----------------------------|---|---|--|---|------------------|
| INT | Stakeholder-Dialoge: Daten von Interviews zu den realen Umsetzungsprojekten (halbstrukturierte persönliche Interviews, Befragungen, Gesprächen, Workshops) | Text | Transkripte, Mitschriften | AEE Intec / B-NK DSGVO-Zustimmung über B-NK GmbH als Projektleitung | Nicht öffentlich |
| FOTOS | Im Zuge von Aktivitäten und Veranstaltungen wurden Fotos gemacht. Die Teilnehmenden wurden in einer Einverständniserklärung darüber informiert und zur Zustimmung bzw. Ablehnung der Sammlung dieser Daten aufgefordert und über die DSGVO konforme Speicherung informiert. | Bilder | Fotos | Alle Projektpartner:innen DSGVO-Zustimmung über B-NK GmbH als Projektleitung | Nicht öffentlich |
| Green BIM-IFC-DRAFT | Vorschlag für eine Green BIM IFC-Datenstruktur für die Bauwerksbegrünung | Daten (Attribute / Parameter / Kriterien) | IFC-Datenstruktur dokumentiert im BIMQ | Projektleitung | Nicht öffentlich |
| Green BIM-AIA-Template | Ergänzungen des AIA-Templates von bsAT mit Anforderungen der Bauwerksbegrünung | Text | Erweitertes Template | Projektleitung | Nicht öffentlich |
| Green-BIM-bsDD | Begriffe der Bauwerksbegrünung für das bsDD (buildingSMART Data Dictionary) in Deutsch und Englisch | Text | Erweitertes bsDD | Projektleitung | nicht öffentlich |
| Green BIM-Prozessmuster | BIM-basierte prototypische Prozessmuster und Phasenmuster, ausgearbeitet für 3 Anwendungsfälle in der Bauwerksbegrünung | Graphische Darstellung und Visualisierungen | Prozessmuster für Use Cases | Projektleitung | Nicht öffentlich |

| | | | | | |
|-------------|---|------|---|--------------------|------------------|
| CONT ACT | Kontakt Daten von Teilnehmenden bei Aktivitäten im Zuge des Projekts / von Ansprechpersonen der Fallbeispiele / von Fach-Expert:innen, Stakeholdern und fachlichen Organisationen/Unternehmen | Text | Listen mit Namen und Kontaktdaten (E-Mail, Telefon-Nummern) | Alle Partner:innen | Nicht öffentlich |
|-------------|---|------|---|--------------------|------------------|

Tabelle 10: Beschreibung der Metadaten im Projekt Green BIM

| Attribut | Beschreibung |
|---------------------------|---|
| ID | INT |
| Titel | Interviews |
| Zusammenfassung | Stakeholder-Dialoge: Daten von Interviews zu den realen Umsetzungsprojekten (halbstrukturierte persönliche Interviews, Befragungen, Gesprächen, Workshops) |
| Zeitraum und Referenzjahr | 2019 bis 2023 |
| Institution | AEE INTEC / B-NK |
| Kontakt | office@b-nk.at |
| Methodik | Mittels eines Gesprächsleitfadens wurden persönliche, telefonische oder online Interviews geführt. Diese wurden teils mit Audioaufnahme aufgenommen und transkribiert, teils wurden Notizen handschriftlich mitgeschrieben. Anhand der Dokumentation wurden die Daten zusammengefasst und analysiert. |
| Datentyp | Transkripte, Mitschriften |

| Attribut | Beschreibung |
|---------------------------|--|
| ID | GreenBIM-IFC-DRAFT |
| Titel | Green BIM IFC-Datenstruktur |
| Zusammenfassung | Vorschlag für eine Green BIM IFC-Datenstruktur für die Bauwerksbegrünung |
| Zeitraum und Referenzjahr | 2019 - 2022 |
| Institution | TU Graz / B-NK GmbH |
| Kontakt | office@b-nk.at |
| Methodik | Basierend auf einer Literatur- und Desktoprecherche, der Analyse von Fallbeispielen, sowie der Expertise aus dem Konsortium, wurden Kriterien, Attribute und Parameter entwickelt für eine Integration von Bauwerksbegrünung in BIM. Dies wurde entlang der Leistungsphasen der Landschaftsplanung in BIMQ abgebildet. |
| Datentyp | Daten (Attribute, Kriterien, Parameter) |

| Attribut | Beschreibung |
|----------|--------------|
| ID | FOTOS |
| Titel | Fotos |

| | |
|---------------------------|--|
| Zusammenfassung | Im Zuge von Aktivitäten und Veranstaltungen wurden Fotos gemacht. |
| Zeitraum und Referenzjahr | 2019 - 2022 |
| Institution | Alle Partnerorganisationen |
| Kontakt | office@b-nk.at |
| Methodik | Fotos wurden nur auf passwortgeschützten Servern gespeichert. Es wurden nur jene Fotos veröffentlicht, welche entweder keine Gesichter abbilden oder eine entsprechende Einverständniserklärung aufweisen. Die Teilnehmenden wurden in einer Einverständniserklärung darüber informiert und zur Zustimmung bzw. Ablehnung der Sammlung dieser Daten aufgefordert und über die DSGVO konforme Speicherung informiert. |
| Datentyp | Bildmaterial |

| Attribut | Beschreibung |
|---------------------------|--|
| ID | GreenBIM-AIA-Template |
| Titel | Green BIM AIA-Template |
| Zusammenfassung | Ergänzungen des AIA-Templates von bsAT mit Anforderungen der Bauwerksbegrünung |
| Kurzbezeichnung | Green BIM AIA-Template |
| Zeitraum und Referenzjahr | 2019 - 2022 |
| Institution | TU Graz / B-NK GmbH |
| Kontakt | office@b-nk.at |
| Datentyp | Text, Numerisch, Metrisch |

| Attribut | Beschreibung |
|---------------------------|---|
| ID | Green-BIM-bsDD |
| Titel | Green BIM bsDD Erweiterung |
| Zusammenfassung | Begriffe der Bauwerksbegrünung für das bsDD (buildingSMART Data Dictionary) in Deutsch und Englisch |
| Kurzbezeichnung | Green BIM bsDD Erweiterung |
| Zeitraum und Referenzjahr | 2019 – 2022 |
| Institution | TU Graz / B-NK GmbH |
| Kontakt | office@b-nk.at |
| Datentyp | Text |

| Attribut | Beschreibung |
|---------------------------|---|
| ID | GreenBIM-Prozessmuster |
| Titel | Green BIM Prozessmuster |
| Zusammenfassung | BIM-basierte prototypische Prozessmuster und Phasenmuster, ausgearbeitet für 3 Anwendungsfälle in der Bauwerksbegrünung |
| Kurzbezeichnung | Green BIM Prozessmuster |
| Zeitraum und Referenzjahr | 2019 - 2022 |
| Institution | TU Graz / B-NK GmbH |
| Kontakt | office@b-nk.at |
| Datentyp | Graphische Darstellungen, Visualisierungen |

| Attribut | Beschreibung |
|---------------------------|--|
| ID | CONTACT |
| Titel | Neue personenbezogene Kontaktdaten |
| Zusammenfassung | Kontaktdaten von Teilnehmenden bei Aktivitäten im Zuge des Projekts / von Ansprechpersonen der Fallbeispiele / von Fach-Expert:innen, Stakeholdern und fachlichen Organisationen/Unternehmen |
| Kurzbezeichnung | Neue personenbezogene Daten (Kontaktdaten) |
| Zeitraum und Referenzjahr | 2019 - 2022 |
| Institution | Alle Projektpartner:innen |
| Kontakt | office@b-nk.at |
| Datentyp | Kontaktdaten |

| Attribut | Beschreibung |
|---------------------------|--|
| ID | Eindeutige Bezeichnung des Datensatzes |
| Titel | Name/Titel des Datensatzes |
| Zusammenfassung | Zusammenfassung der Inhalte des Datensatzes |
| Kurzbezeichnung | Kurzbezeichnung |
| Einheit | Einheit der Daten |
| Zeitintervall | Zeitintervall der Daten |
| Zeitraum und Referenzjahr | Zeitraum, für den die Daten berechnet wurden, und entsprechendes Referenzjahr |
| Institution | Kontakt (Website) der Institution, welche die Daten kompiliert/generiert |
| Kontakt | E-Mail-Adresse des Hauptverantwortlichen für die Daten |
| Mitwirkende und Rolle | Name der Person, die einen Beitrag zu den generierten Daten leistet, sowie die jeweilige Rolle |
| Methodik | Kurze Beschreibung der zur Kompilierung/Generierung der Daten verwendeten Methodik |
| Datenvervollständigung | Beschreibung des Ansatzes zur Vervollständigung fehlender Daten |
| Quelldaten | Alle relevanten Quellen, die zur Kompilierung oder Generierung der Daten verwendet wurden |
| Kommentar | Verschiedene Informationen zu den Daten/Methoden, die zur Ableitung des Datensatzes verwendet wurden |
| Erstellungsdatum | Datum der Datenerstellung (JJJJ-MM-TT) |
| Datentyp | Art der Daten |
| Versionsstand | Version der Daten und ihr Status für die Verwendung |

9.1.2. Ethische, rechtliche und Sicherheitsaspekte

Die Mitglieder des Green BIM-Konsortiums haben sich verpflichtet sowohl das nationale als auch das EU-Recht (EU-DSGVO) in Bezug auf Datenschutz einzuhalten. Jede Partnerinstitution, die Veranstaltungen oder Aktivitäten, wie Interviews, Befragungen, Workshops, Dialoge, Endpräsentationen etc. durchführt, hat bei der Datenverarbeitung den Schutz personenbezogener Daten und die Richtlinien zur Datensicherheit von beteiligten Personen eingehalten. Personenbezogene oder sensible Daten wurden nur mit Anonymisierung/Pseudonymisierung veröffentlicht oder weitergegeben. Für alle Datenerhebungen, welche personenbezogene oder

sensible Daten beinhalten, wurden freiwillige Zustimmungen der teilnehmenden Personen eingeholt (informed consent).

9.1.3. Datenspeicherung und -erhalt

Zu Forschungszwecken gesammelte Rohdaten wurden auf passwortgeschützten Servern bei jeder Partnerorganisation, die Forschungen durchführt, aufbewahrt. Dokumente sowie generierte Daten wurden über die konsortiumsinterne OwnCloud miteinander geteilt und allen Projektorganisationen für die Bearbeitung und Auswertung zur Verfügung gestellt. Nur anonymisierte Materialien wurden miteinander geteilt. Daten wurden nicht auf Plattformen oder Servern außerhalb der EU gespeichert. Personenbezogene Daten können bis zu 7 Jahren bei der jeweiligen Projektpartnerorganisation gespeichert werden. Auch bei lokaler, elektronischer Speicherung besteht immer ein Restrisiko – z. B. durch den Verlust eines Computers. Der Risikominderungsplan ist daher ein sicheres Computerpasswort und die Verschlüsselung des Computers.

9.1.4. Wiederverwendbarkeit der Daten

Für die Nachhaltigkeitssicherung des Projekts, welche dazu beitragen soll die durch dieses Projekt geschaffenen Strukturkomponenten für die Gebäudebegründungen in BIM Modellen einzubringen, ist es notwendig, dass die erarbeitenden und gesammelten Daten nach Projektende weiterverwendet werden können, um den gesamten Prozess kontinuierlich zu optimieren. Die erarbeiteten Musterdokumente für Auftraggeber-Informationsanforderungen, Phasenmodelle und Case Studien (Prozessmuster) wurden für die Weiterverwendung (Anwendung im BIM Modellen, etc.) lokal bei den Projektpartnerorganisationen gespeichert. Im Zuge des Forschungsprojekts generierte Daten stehen den Projektpartner:innen, unter Berücksichtigung der vertraglichen Regelung, zur Verfügung. Personenbezogene Daten und Datensätze von Interviews/Gesprächen etc. sind nicht öffentlich zugänglich, da sie nur einen Zwischenschritt des Projektes darstellen und kein Ergebnis im Sinne des Projektantrages. Bei Veröffentlichungen und Publikationen wird es nicht möglich sein auf einzelne Personen Rückschlüsse zu ziehen.

Für die weitere Verbreitung der Projektergebnisse wurde von einigen Projektpartner:innen der „Verein zur Förderung der Grünen Baukultur“ gegründet. (<https://v-gbk.org/>)

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

[bmk.gv.at](https://www.bmk.gv.at)