

Im Auftrag von:

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus

Herausgegeben von:

 buildingSMART
Austria

Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft
unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus:
Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Endbericht

BIM IFC BCF
AIA BAP BIA
BPS BPL BFK
CDE LOI FIM
EPD OI3 LCA

Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft
unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus:
Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Endbericht

Herausgeber:

Christian Schranz, Alexander Gerger, Simon Fischer, Harald Urban



RECHTE

Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung der Herausgeber bzw. buildingSMART Austria vervielfältigt, bearbeitet und/oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere der Nachdruck, die Aufnahme und Wiedergabe in Online-Diensten, Internet und Datenbanken sowie die Vervielfältigung auf Datenträgern jeglicher Art.

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch können Herausgeber, Autor/innen und Verlag für die Richtigkeit und Vollständigkeit von Angaben sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung übernehmen.

IMPRESSUM

- Verlag: TU-Verlag
- Herausgeber: Christian Schranz, Alexander Gerger, Simon Fischer, Harald Urban (buildingSMART Austria)
- © Text: buildingSMART Austria, Albert Aigner, ATP sustain GmbH, Hildegund Figl, Simon Fischer, Alexander Gerger, Markus Gratzl, Heid und Partner Rechtsanwälte GmbH, Tina Krischmann, Christian Schranz, Harald Urban, Mikis Waschl
- © Grafik: Alexander Gerger, buildingSMART Austria, Albert Aigner, ATP sustain GmbH, BME Architektur, Hannes Buchinger, Hildegund Figl, GIS Steiermark, Markus Gratzl, Heid und Partner Rechtsanwälte GmbH, Wolfgang Höppl, Tina Krischmann, Meteororm, Christian Schranz, tgaplan+ gebäudetechnik gmbh, Harald Urban, Mikis Waschl, Roland Zeiner
- Layout: Alexander Gerger, Christian Schranz
- ISBN: 978-3-903311-28-2

Die Abkürzungen im Text entsprechen den Vorgaben des Buchs

Dax, P. / G. Hopf (2019): „Abkürzungs- und Zitierregeln (AZR)“. 8. Auflage. Wien: MANZ Verlag

Zitiervorschlag:

Schranz Ch. / A. Gerger / S. Fischer / H. Urban (Hrsg.) (2021): „Digitalisierung und Standardisierung der Immobilienwirtschaft unter Anwendung von BIM am Beispiel eines Neubaus: Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein“. Endbericht von buildingSMART Austria. Wien: TU Verlag

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Kurzfassung | 7 |
| 2 | Methodik BIM | 19 |
| 2.1 | openBIM | 20 |
| 2.2 | BIM-Festlegungen für das Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein | 20 |
| 2.3 | Projekttablauf des Bio-Instituts Raumberg-Gumpenstein | 21 |
| 3 | Nutzung der BIM-Methodik aus hoheitlicher Sicht | 25 |
| 3.1 | Organisation von Bauprojekten | 26 |
| 3.2 | Partnerschaftliche Projektabwicklung, Projektkultur | 27 |
| 3.3 | Ganzheitliches Qualitätsmanagement | 27 |
| 3.4 | Wirtschaftlichkeitsanalysen: Kosten, Termine | 28 |
| 3.5 | CityGML | 28 |
| 3.6 | asBuilt-Dokumentation | 28 |
| 3.7 | Durchführung im Projekt | 31 |
| 4 | Rechtliche Aspekte einer openBIM-Umsetzung | 33 |
| 4.1 | BIM-Komponenten bei Ausschreibung d. Generalplanungsleistungen | 34 |
| 4.2 | Festlegung des BIM-Abwicklungsmodells | 35 |
| 4.3 | BIM im Vergabeverfahren | 39 |
| 4.4 | BIM-Leistungsbilder | 43 |
| 4.5 | Zentrale vertragsrechtliche Punkte – BIM-BVB | 44 |
| 4.6 | Empfehlungen des Rechnungshofs für öffentliche Bauprojekte | 46 |
| 5 | Digitale Transformation der Baubehörde | 49 |
| 5.1 | Stufen des derzeitigen Genehmigungsprozess | 50 |
| 5.2 | Status Quo zur digitalen Baubehörde | 50 |
| 5.3 | Reifegradmodell für digitales Bewilligungsverfahren | 51 |
| 5.4 | Vorteile eines openBIM-Bewilligungsverfahren | 52 |
| 5.5 | Konkrete Umsetzung für die Gemeinde Irdning | 53 |
| 6 | BIM und die »klimaaktiv«-Zertifizierung | 57 |
| 6.1 | Grundlagenarbeit | 59 |
| 6.2 | »klimaaktiv«-Gebäudedeklaration | 60 |
| 6.3 | Kriterien mit Möglichkeit zur Erfüllung aus BIM-Daten | 61 |
| 6.4 | Ergebnis der klimaaktiv-Zertifizierung des Bio-Instituts Raumberg-Gumpenstein | 69 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 7 | Gebäude- und Anlagensimulation im BIM-Planungsprozess | 71 |
| 7.1 | Allgemeines | 73 |
| 7.2 | Allgemeine Simulationsrandbedingungen | 73 |
| 7.3 | BIM und SIM in der Gebäudesimulation und -optimierung | 76 |
| 7.4 | Dokumentation »klimaaktiv« | 81 |
| 7.5 | Anhang | 96 |
| 8 | BIM im Facility Management | 101 |
| 8.1 | Digitalisierung im Facility Management | 102 |
| 8.2 | Potenzial von BIM für das Facility Management | 103 |
| 8.3 | Vorgehensweise | 104 |
| 8.4 | Umsetzung im Projekt | 105 |
| 9 | Produktinformationen zu kreislauffähigen Baustoffen und BIM | 109 |
| 9.1 | Motivation | 110 |
| 9.2 | Ökobilanzen und Umweltproduktdeklarationen (EPD) | 111 |
| 9.3 | Weitere umweltrelevante Produktinformationen | 114 |
| 9.4 | baubook – Online-Plattform und Produktdatenbank | 119 |
| 9.5 | Austausch von ökologischen Produktinformationen mit openBIM | 123 |
| 9.6 | Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Ausblick | 125 |
| 10 | BIM in der Abfallwirtschaft. | 127 |
| 10.1 | Status quo | 128 |
| 10.2 | Schad- und störstoffreies Bauen | 130 |
| 10.3 | Grundlegendes zum Abfallwirtschaftsrecht | 131 |
| 10.4 | Kreislaufwirtschaft | 134 |
| 10.5 | Konkrete Möglichkeiten zur BIM-Integration | 135 |
| 10.6 | Umsetzungen im Projekt | 140 |
| 11 | Literatur-, Normen- und Quellenverzeichnis | 141 |

1

Kurzfassung

Autoren:

Simon Fischer, Christian Schranz, Alexander Gerger, Harald Urban (TU Wien)

(mit Kurzfassungen aus den einzelnen Kapiteln)

Die Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH (BVW) beauftragte das BIM-Pilotprojekt Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein, um die aktuellen Möglichkeiten der Arbeitsmethodik BIM in technologischer, normativer und rechtlicher Hinsicht zu analysieren. Ebenso soll die genaue Dokumentation als Vorlage für zukünftige Projekte dienen. Dieses Motiv ist auf ein langfristiges Ziel des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) zurückzuführen, das darum bemüht ist, die Datenstrukturen ihrer Gebäude durch den Einsatz von openBIM zu vereinheitlichen. Zukünftig sollen dadurch die Informationen zu all ihren Objekten einfacher abgerufen werden können (vgl Fischer, 2021).

Zur bestmöglichen Analyse des Potentials von **openBIM** gab die BVW Anwendungsfälle der Gebäudemodelle in allen Lebenszyklusphasen des Gebäudes vor. Das begann bereits in der Entwurfsphase mit der Erstellung einfacher Entwurfsmodelle im Detaillierungsgrad LOD050, mithilfe welcher Visualisierungen und Simulationen zur Energieeffizienz von drei Entwurfsvarianten erstellt werden konnten. Damit lagen in dieser sehr frühen Projektphase verlässliche Daten als Entscheidungsgrundlage vor. Weiter ging es mit der modellbasierten Koordination zwischen den einzelnen Disziplinen und dem modellbasierten Qualitätsmanagement. Diese Anwendungsfälle wurden von der Vorentwurfsphase bis zum Abschluss der Bauphase durchgeführt. Ebenfalls über die ganze Projektlaufzeit dienten die Fachmodelle als Basis für die Ableitung von phasenbezogenen 2D-Plänen, wie im Falle der Einreichung. Als Zusatz wurden die Modelle in der Entwurfsphase für weitere Simulationen zur Energieeffizienz verwendet. In der Ausschreibungsphase konnten aus den digitalen Modellen die benötigten Bauteilmassen einfach abgeleitet werden. Auch in der Ausführungsphase gab es wichtige Anwendungsfälle der BIM-Modelle. Neben der kontinuierlichen Integration von Produktinformationen kamen die Modelle für den Soll-Ist-Vergleich mit dem tatsächlich gebauten Zustand zum Einsatz. Einen modellbasierten Abgleich ermöglichte die Überlagerung der Fachmodelle mit gescannten Punktwolken. Das Ziel des genauen Soll-Ist-Vergleichs war die Herstellung eines asBuilt-Modells, welches nach Abschluss der Bauarbeiten als Grundlage für das Facility Management dienen soll.

Diese demonstrative Aufzählung der Anwendungsfälle zeigt den vielfältigen Einsatz der Gebäudemodelle im Projekt. Im Grunde ist das Projekt daher als **Big openBIM**-Projekt zu bezeichnen. Dabei handelt es sich um die vollständige Umsetzung des BIM-Gedankens. Die digitalen Modelle werden über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks als Informationsgrundlage herangezogen und über offene Datenformate auf einer gemeinsamen Projektplattform ausgetauscht (vgl Borrmann et al., 2015). Entsprechend dieses hohen vorgegebenen Umsetzungsgrads von BIM im Projekt ist es nachvollziehbar, dass nicht alle Anwendungsfälle vollständig nach den Vorgaben durchgeführt werden konnten. Dafür verlangt der Einsatz von BIG openBIM eine zu große Umstellung zu den herkömmlichen Arbeitsweisen. Als Beispiel ist die flächendeckende Kommunikation über die vorgegebene Projektplattform zu nennen, wodurch sich der Auftraggeber eine lückenlose Dokumentation erhofft. Eine Umstellung vom herkömmlichen E-Mail-Verkehr und Telefonaten zu einer vollständigen Kommunikation bzw Dokumentation der Kommunikation auf einer Projektplattform kann nicht durch ein einzelnes Projekt erfolgen. Es ist allerdings anzunehmen, dass sich die Umsetzung bei zunehmender Durchführung von openBIM-Projekten in die gewünschte Richtung entwickelt.

Den Mehrwert des openBIM-Einsatzes konnte das Pilotprojekt Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein bereits zeigen. Als wichtigster Vorteil wird in der Literatur die flexible Wahl der verwendeten Softwarepakete durch den Einsatz von offenen Datenformaten genannt, wodurch allen Unternehmen der Zugang zu BIM ermöglicht wird (vgl Egger et al., 2013; Plattform 4.0, 2018b). Insbesondere für kleine und mittlere Betriebe (KMU) ist dies wichtig, um vor kostspieligen Softwareanschaffungen und Effizienzverlusten durch die Vorgabe einer bestimmten Software geschützt zu sein. In diesem Pilotprojekt war dieser Vorteil von openBIM essentiell. Die drei modell-erstellenden Planungsbüros gehören nach der Anzahl ihrer Beschäftigten laut Empfehlungen der Europäischen Kommission (vgl Bornett, 2016) den kleinen und mittleren Betrieben an. Die drei Unternehmen griffen sowohl für die Modellerstellung als auch das modellbasierte Qualitätsmanagement auf Anwendungen unterschiedlicher

Hersteller zurück. Eine interdisziplinäre, modellbasierte Zusammenarbeit in dieser Konstellation konnte nur durch den Einsatz von offenen Datenformaten ermöglicht werden. Die hohe Kompatibilität hatte darüber hinaus auch Auswirkungen auf die Arbeit ergänzender Projektteilnehmer/innen. Die IFC-Modelle lieferten wichtige Eingangsdaten für die Gebäudesimulationen und die bauphysikalischen Berechnungen (vgl Fischer, 2021).

Dieses Pilotprojekt zeigte ohne Zweifel die Sinnhaftigkeit und das Potential von openBIM. Das bedeutet jedoch nicht, dass damit die flächendeckende Einführung im Bauwesen ein Leichtes wird. Der Rechnungshof nimmt für die zunehmende Digitalisierung des Bauwesens insbesondere öffentliche Auftraggeber in die Pflicht (vgl Rechnungshof Österreich, 2018). Deshalb ist es vor allem für das BMLRT wichtig, Strategien für zukünftige Projekte zu entwickeln. Aus diesem Grund schlagen die Herausgeber folgende Handlungsempfehlungen vor:

- *Vermehrte Durchführung von Pilotprojekten*

Der Bausektor an sich (sowie jedes durchgeführte Bauprojekt) ist gekennzeichnet durch die Vielzahl an unterschiedlichen beteiligten Expert/innen. Demzufolge existieren im Bauwesen sehr viele verschiedene Unternehmen unterschiedlichster Größe. Dieser Umstand wird auch in der Literatur als Ursache für die schwierige Einführung neuer Methoden in die Baubranche gesehen (vgl Borrman et al., 2015). Die Einführung einer neuen Methode im eigenen Unternehmen ist stets mit Unsicherheiten und Risiken verbunden, weshalb viele Betriebe ihre altbewährten Prozesse beibehalten, solange sie können. Hier kann das BMLRT (als öffentlicher Auftraggeber) zur schnelleren Etablierung von BIM im Bauwesen beitragen. Durch die Beauftragung von BIM- und openBIM-Projekten werden Unternehmen dazu motiviert, sich mit der neuen Methode auseinanderzusetzen. Ist das System einmal im Unternehmen integriert, könnte das einen Schneeballeffekt auslösen, indem ein Unternehmen von sich aus in anderen Projekten auf BIM setzt und weitere Firmen zur Umsetzung motiviert.

- *Förderung der openBIM-Methode*

Aufgrund des oben genannten Vorteils von openBIM (Zugang zu BIM ist für alle Unternehmen gleichermaßen gegeben) liegt die Empfehlung zur Förderung von openBIM nahe. Dies bekräftigt auch der österreichische Rechnungshof (vgl Rechnungshof Österreich, 2018). openBIM bietet jedoch noch weitere Vorteile, wie klare Verantwortlichkeiten durch disziplinspezifisches Arbeiten an Fachmodellen (vgl Egger et al., 2013) und die größere Stabilität der verwendeten offenen Standards (vgl Hausknecht und Liebich, 2015). Das Datenformat IFC ist iso-zertifiziert. Dies garantiert seine langjährige Verwendbarkeit.

- *Stufenweises Testen neuer Erkenntnisse*

Im Pilotprojekt wurden neben bereits gängigen BIM-Anwendungsfällen (wie der modellbasierten Qualitätskontrolle) auch neue, bisher weitgehend ungenutzte Potentiale von BIM untersucht. Dazu zählen die digitale Baueinreichung, die »klimaaktiv«-Zertifizierung auf Modellbasis sowie die Einbindung von Abfalldaten in die Gebäudemodelle. Diese Anwendungsfälle konnten im Projekt Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein noch nicht umgesetzt werden, da hier im Rahmen des Projekts Grundlagenarbeit zu leisten war. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse gilt es nun aus Sicht der Autorinnen und Autoren sowie der Herausgeber in weiteren Projekten Schritt für Schritt zu testen.

Diese Handlungsempfehlungen führen in weiterer Folge dazu, dass öffentliche Auftraggeber (wie das BMLRT) sowohl von den eigenen gewonnen Erfahrungen und Erkenntnissen als auch jenen der Auftragnehmer profitieren. Die Auftraggeber wissen dann besser, welche Daten sie wofür im Zuge der Planung, des Bauens und des Betriebs der Gebäude wann in welcher Qualität benötigen. Die Auftragnehmer können diese Daten mit hoher Qualität konsistent in das zu übergabende Datenmodell einspielen. Die Auftraggeber haben schlussendlich das Datenmodell, dass für ihre Zwecke optimiert ist und somit den Betrieb ihrer Gebäude massiv vereinfachen und verbessern kann.

Methodik BIM

Status quo

Building Information Modeling (BIM) ist eine Methode im Bauwesen, die auf Basis digitaler Daten eine Zusammenarbeit über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes ohne Informationsbrüche bei der Datenübergabe ermöglicht. Die genannten digitalen Daten sind in geometrischer und alphanumerischer Form in sogenannten Gebäudemodellen enthalten. Diese digitalen Gebäudemodelle dienen in der BIM-Methodik als Datengrundlage für den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes.

Eine spezielle Umsetzung von BIM ist die openBIM-Methode. Sie verkörpert einen universellen Ansatz von BIM mit Einsatz von offenen Formaten für den Datenaustausch, wodurch die Verwendung von BIM software- und herstellerunabhängig ermöglicht wird. Damit schafft openBIM die Möglichkeit, individuelle Softwarelösungen im Projekt einzusetzen, unabhängig davon, welche Produkte andere Beteiligte verwenden.

Learning Outcomes

Im Pilotprojekt war der Einsatz von openBIM in allen Projektphasen zu spüren. Am stärksten wurde dabei die interdisziplinäre Zusammenarbeit verändert. Die Gebäudemodelle konnten über den gesamten Projektverlauf als zuverlässige Datengrundlage für die Koordination und das Qualitätsmanagement zwischen den einzelnen Gewerken dienen. Darüber hinaus lieferten die Modelle auch Informationen für weiterführende Auswertungen wie thermische Simulationen in der Entwurfsphase, die Mengenermittlung in der Ausschreibungsphase und die Überprüfung der Bauzustände.

Besonders hervorzuheben ist der Einfluss von openBIM zu Beginn des Projekts, wo üblicherweise wenige Daten vorliegen. Mithilfe digitaler Gebäudemodelle können zB durch thermische Simulationen bereits in frühen Projektphasen wichtige Erkenntnisse in Hinblick auf die Energieeffizienz gewonnen werden. Im Pilotprojekt dienten solche Simulationen als Kriterium bei der Entwurfsentscheidung in der Vorentwurfsphase.

Das Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein demonstriert die Vorteile der openBIM-Methodik über alle Projektphasen hinweg.



Nutzung der BIM-Methodik aus hoheitlicher Sicht

Status quo

BIM verändert viele Prozesse im Bauwesen, jedoch bleiben auch herkömmliche Eigenschaften und Funktionen eines Bauprojekts in ihrer Wichtigkeit bestehen. Eine davon ist die Auftraggeberfunktion. Ihre Wahrnehmung ist in Hinblick auf die Projektabwicklung enorm wichtig, um die Rahmenbedingungen bei Umsetzung dieser neuen

Methode klar zu definieren, da bei allen Beteiligten noch wenig Erfahrung besteht. Wie ein Auftraggeber die Umsetzung von BIM bestmöglich fördert und welche Vorteile sich schließlich daraus ergeben, konnte im Pilotprojekt wie folgt identifiziert werden:

Learning Outcomes

Die Definition der Anforderungen des Auftraggebers erfolgt im Rahmen von BIM in den Richtliniendokumenten Auftraggeber-Informations-Anforderungen (AIA) und BIM-Projektabwicklungsplan (BAP) bereits vor dem Projektstart für alle Projektphasen. Deshalb muss sich der Auftraggeber bereits sehr früh Gedanken über seine Bedürfnisse und seine gewünschten BIM-Anwendungsfälle für das gesamte Projekt machen. Durch diese frühe exakte Ausarbeitung und gesamtheitliche Abstimmung aller Ziele zueinander können kostenintensive Änderungen in späten Projektphasen verringert werden. Es gilt dabei die Faustregel:

In der Planung kostet eine Änderung 1 €,
in der Errichtung 10 € und
in der Betriebsphase sogar 100 €.

Die Auftraggeberfunktion wird in BIM-Projekten durch die neuen Rollen der BIM-Projektleitung und BIM-Projektsteuerung unterstützt. Aufgrund der Wichtigkeit der Auftraggeberfunktion für die Projektabwicklung ist es für BIM-unerfahrene Auftraggeber sinnvoll, sich für diese Rollen Expert/inn/en ins Projektteam zu holen.

Bei gewissenhafter Wahrnehmung der Auftraggeberrolle, werden diverse Vorteile für den Auftraggeber realisiert:

- openBIM sieht vor, dass alle Daten in geprüfter Form an einem Ort abrufbar sind: der gemeinsamen Kollaborationsplattform. Das erleichtert den Zugriff auf die Daten sowohl für das Projektteam als auch für den Auftraggeber.
- Die zugehörige Prüfung bzw. das Qualitätsmanagement der Modelle erfolgt durch automatisierte Prüfroutinen. Dadurch wird die Qualitätskontrolle harmonisiert und liefert zuverlässigere Ergebnisse. Die Qualität der Planung wird insgesamt erhöht.
- Dieses automatisierte, modellbasierte Qualitätsmanagement ist auch in der Ausführungsphase gut umsetzbar. Während in der Planung digitale Modelle untereinander verglichen werden, wird in der Ausführungsphase das gebaute Objekt mit den Modellen verglichen. Das kann mithilfe eines Punktwolkenabgleichs realisiert werden. Dabei wird mittels Laserscans der Bauzustand erfasst und mit den digitalen Modellen überlagert. Bei Abweichungen wird entweder das Modell oder das reale Gebäude angepasst, um schließlich eine genaue Übereinstimmung und damit eine zuverlässige Datenbasis zu schaffen.

Rechtliche Aspekte einer openBIM-Umsetzung

Status quo

Die derzeitigen rechtlichen Aspekte sind nicht auf BIM ausgelegt. Es gibt weder bewährte Vergabearten noch etablierte standardisierte Leistungsmodelle (Ausnahme: von buildingSMART Austria).

Im Rahmen des Pilotprojekts wurde untersucht, welche Möglichkeiten die aktuelle rechtliche Situation zur Umsetzung von BIM bietet und was die wichtigsten Festlegungen im Vergabeprozess sind.

Learning Outcomes

Die Vergabe- und Vertragsstrategie bei BIM-Projekten ist maßgeblich vom BIM-Abwicklungsmodell, welches die Modellverantwortung regelt, abhängig. Die im Pilotprojekt angestrebte Verantwortungsübergabe der Generalplanung (GP) an den Generalunternehmer (GU+) wurde umgesetzt, der GU+ hat aber bei der Weiterführung des BIM-Modells auf die Erfahrung der GP zurückgegriffen. Grund dafür könnte sein, dass sich BIM vorwiegend in der Planung etabliert hat und Bauunternehmen noch weniger Erfahrung damit haben.

Aus rechtlicher Sicht ist es jedenfalls sinnvoll, die Modellverantwortung während der Planungsphase an die Generalplanung zu vergeben, um klare Verantwortlichkeiten für die interdisziplinäre Modellqualität zu schaffen. Die GP kann die Modellerstellung an Subunternehmen übergeben, jedoch bleibt die Verantwortung für die Qualität bei ihr. Damit erweitern sich die Generalplanungsleistungen um die BIM-Gesamtkoordination.

BIM beeinflusst neben den Verträgen auch die Vergabestrategie. Im Vergabeverfahren hat der Auftraggeber vier Möglichkeiten, um BIM verpflichtend vorzuschreiben:

- Vorgabe von BIM als technische Spezifikation in der Leistungsbeschreibung
- Vorgabe einer bestimmten BIM-Software oder eines »Leitprodukts«
- Erstellung einer BIM-Datei als Teil des Leistungsumfangs
- Verbindliche Zurverfügungstellung der BIM-Software durch den Auftraggeber

Die universell einsetzbarste Methode ist die Vorgabe von BIM als technische Spezifikation. Bei dieser Variante kann der Auftraggeber die Verwendung einer neutralen Software vorschreiben, die für BIM typische technische Spezifikationen erfüllt. Dadurch können Wettbewerbsvorteile für bestimmte Bietende weitgehend vermieden werden.

Die Verwendung von Eignungskriterien zur bisherigen BIM-Erfahrung (wie beispielsweise Referenzprojekte) ist bei innovativen Methoden wie BIM nicht empfehlenswert, da dadurch viele Bietende ausgeschlossen werden.

Die Verfahrensarten müssen an BIM angepasst werden. Sinnvoll sind Verfahrensarten mit möglichst viel Spielraum für Gespräche und Verhandlungen, da noch keine standardisierten Leistungsbilder existieren (Ausnahme: von buildingSMART Austria). Möglich sind:

- Verhandlungsverfahren mit vorheriger Bekanntmachung
- wettbewerblicher Dialog
- (neue) Innovationspartnerschaft

Da alle drei in Frage kommenden Verfahrensarten Ausnahmeverfahren darstellen, ist bei jedem konkreten Projekt eine Prüfung der Zulässigkeit für die BIM-Vergabe notwendig. Im Pilotprojekt diente die Ausführung als auch die Planung von Bauleistungen durch den GU+ als Rechtfertigungsgrund für das Ausnahmeverfahren.

Zahlreiche projektspezifische Anforderungen sind vertraglich zu klären (zB Verantwortungsmatrix).

Digitale Transformation der Baubehörde

Status quo

In Österreich ist das Baubewilligungsverfahren dem jeweiligen Bundesland zugeordnet und aktuell sind solche Ansuchen an die Papierform gebunden. Baugesuche werden von den betroffenen Gemeinden anhand kommunaler Gesetze beurteilt. Verallgemeinert dargestellt lässt sich der Prozess in fünf Schritte gliedern:

- Vorprüfung
- Publikation und Veröffentlichung
- Materielle Beurteilung des Gesuchs auf planungsseitige, bautechnische und umweltrechtliche Aspekte
- Erteilung der Baubewilligung
- Einspruchsfrist

Learning Outcomes

Die Vorteile der Digitalisierung sind im Bewilligungsverfahren oft noch ungenutzt. In einigen Kommunen verschiedener Länder kommen digitale Baueinreichungsplattformen zum Einsatz. Bis zu einem BIM-Bewilligungsverfahren reichen diese Versuche selten (Ausnahmen: zB Singapur und Großbritannien).

Die Stadt Wien möchte dies ändern. Im europäischen Forschungsprojekt BRISE-Vienna bindet sie das Genehmigungsverfahren in den BIM-Projektzyklus ein. Ziel ist: In Zukunft sollen openBIM-Modelle eingereicht werden und diese dann

modellbasiert teilautomatisch geprüft,
modellbasiert kontrolliert,
modellbasiert kommuniziert,
modellbasiert Einsicht genommen und schlussendlich
modellbasiert genehmigt werden.

Ein solches vollständiges openBIM-Bewilligungsverfahren ist kurz- oder mittelfristig nicht für alle Gemeinden umsetzbar. Gerade kleine und mittlere Gemeinden werden die Unterstützung der Bauabteilungen der Landesregierungen benötigen.

Das Reifegradmodell für digitale Bewilligungsverfahren ermöglicht die Einstufung, auf welchem Level sich eine Gemeinde befindet und wohin sie möchte. Es besteht aus 4 Level.

Damit ist ein schrittweiser Übergang von der Analogen 2D-Planeinreichung (Level 0) über eine digitale Baueinreichung (Level 1) und ein openBIM-Bewilligungsverfahren (Level 2) bis zum openBIM-Behördenverfahren (Level 3) möglich. Dies ermöglicht auch **kleinen Gemeinden** zuerst eine **digitale Baueinreichung** und dann ein openBIM-Bewilligungsverfahren anzustreben.

openBIM-Bewilligungsverfahren bringen viele Vorteile für alle Beteiligte im Projekt. Zeitintensive Routineprüfungen übernimmt die teilautomatische modellbasierte Kontrolle. Kapazitäten werden frei für die Kontrolle der rechtlich aufwendigeren Prüfungspunkte. Dies bringt eine Beschleunigung des Verfahrens und eine Erhöhung der Qualität. openBIM-Bewilligungsverfahren schaffen einen projektunabhängigen allgemeinen Standard – einen Art Qualitätssiegel –, da das bewilligte BIM-Modell klare Anforderungen an den Detailgrad erfüllen muss.

Ab dem openBIM-Bewilligungsverfahren wird es eine technologische Zusammenarbeit zwischen den Gemeinden und den Bauabteilungen der Landesregierungen geben. Bei einzelnen Aufgaben unterstützen die digitalen Plattformen der Landesregierungen (zB die modellbasierten Prüfungen der Rechtsmaterie etc), während andere Aufgaben weiterhin bei den Gemeinden verbleiben.

BIM und »klimaaktiv«-Zertifizierung

Status quo

Der »klimaaktiv«-Gebäudestandard ist österreichweit das bekannteste Bewertungssystem für die Nachhaltigkeit von Gebäuden mit besonderem Fokus auf Energieeffizienz, Klimaschutz und Ressourceneffizienz. Gebäude in »klimaaktiv«-Qualität garantieren die Einhaltung hoch-

wertiger Standards. Das Erreichen der »klimaaktiv«-Zertifizierung erfordert ein hohes Maß an Dokumentation. Die Daten müssen aus verschiedensten Unterlagen zusammengesucht und in eine Tabelle eingetragen werden.

Learning Outcomes

BIM-Modelle bieten einen wertvollen Beitrag bei der Erstellung der Zertifizierung. In einem BIM-Modell sind bei den Bauteilen neben den Abmessungen auch zusätzliche Informationen hinterlegt. Die Daten und Informationen liegen bereits in digitaler Form vor und können für den Nachweis verwendet werden. Insbesondere Variantenvergleiche und Änderungen in der Planung sind einfacher möglich.

Für eine »klimaaktiv«-Zertifizierung muss der Auftraggeber definieren, welche Daten geliefert werden müssen,

- um belastbare Daten im Modell zu haben,
- die Daten für das Ausfüllen der »klimaaktiv«-Steckbriefe zu nutzen und
- im Betrieb Ökobilanzen zu erstellen. Somit sind diese Daten auch langfristig nachhaltig nutzbar.

Im Pilotprojekt wurden für die »klimaaktiv«-Zertifizierung jene Daten/Informationen ermittelt, die in einem BIM-Modell „standardmäßig“ vorhanden sind, und jene, die zusätzlich für die automatische Berechnung dieser Zertifizierung erforderlich sind. Damit können bei zukünftigen Projekten diese Daten entsprechend in die AIA aufgenommen werden.



Das Pilotprojekt Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein erreicht die höchste Auszeichnung nach der »klimaaktiv«-Zertifizierung für die Nachhaltigkeit von Gebäuden.

Gebäude- und Anlagensimulation im BIM-Planungsprozess

Status quo

Das Instrument der Gebäude- und Anlagensimulation ist geprägt durch einen sehr interdisziplinären Charakter. Der aktuell hohe Aufwand im Simulationsbereich ist vor allem durch zwei Aspekte geprägt. Einerseits sind Informationen aus verschiedenen Disziplinen (zB Architektur, Statik, Haustechnik etc) im Simulationsmodell zusammenzuführen. Aufgrund der bisher vernachlässigten Interoperabilität nativer Softwareprodukte mussten 3D-Gebäudemodelle oftmals extra für die Gebäudesimula-

tion in der entsprechenden Software manuell modelliert werden. Andererseits bedingt der frühe Einsatz von Simulationsergebnissen als Prognosewerkzeug Annahmen zu künftigen Prozessen und Verhalten zu treffen. Aufgrund möglicher Änderungen dieser Annahmen ist eine kontinuierliche Adaption und Verfeinerung des Simulationsmodells zweckmäßig. Die Kombination mit der BIM-Methodik bietet für das Instrument der Gebäude- und Anlagensimulation erhebliche Vorteile.

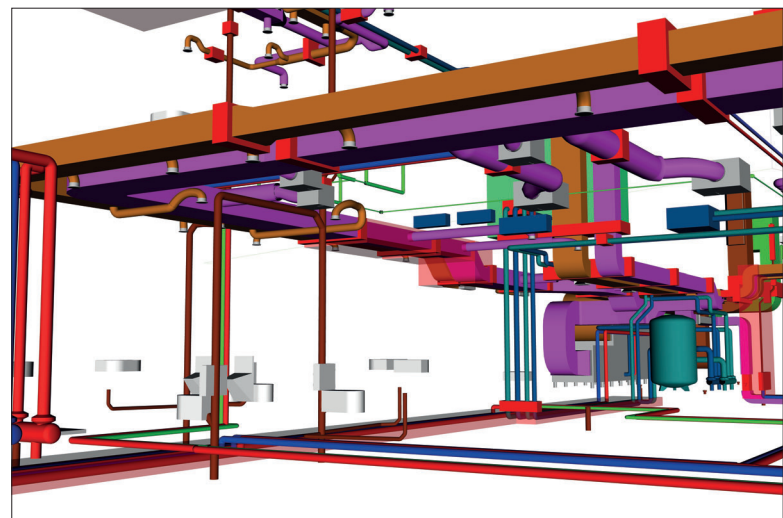
Learning Outcomes

Grundlage der BIM-Methodik ist das Arbeiten am dreidimensionalen Gebäudemodell. Der Einsatz von BIM-Modellen in der openBIM-Methodik erlaubt die Zusammenarbeit auf Basis digitaler Fachmodelle. Entsprechend der jeweils disziplin-spezifischen Anforderungen (zB für Gebäudesimulationen) sind darin nur noch geringfügige Adaptionen vorzunehmen und keine eigenen Modelle zu erstellen.

Durch das Arbeiten an den BIM-Modellen aller Planungsbeteiligten in einer Common Data Environment (CDE) können die notwendigen Informationen für Simulationsmodelle mit deutlich geringerem Aufwand zusammengeführt und eingearbeitet werden.

Die planungsbegleitende Simulation wird durch die große Dynamik des Planungsprozesses deutlich erschwert. Die Anwendung der BIM-Methodik mit digitalen Modellen und einer nachvollziehbaren Dokumentation von Änderungen erleichtert die nachgeführte Anpassung für die Gebäude- und Anlagensimulation erheblich.

Ein Grundgedanke der BIM-Methodik ist, die Planungsphase möglichst vor Beginn der Ausführungsphase abzuschließen. Dieses Konzept limitiert baubegleitende Planungsentscheidungen und konzentriert Änderungswünsche auf die Planungsphase. Durch validere Daten für Simulationsmodelle wird damit die Qualität der Simulationen von Beginn an gesteigert und der Aufwand für das Nachführen von Planungsänderungen reduziert.



Ausschnitt des digitalen TGA-Modells.

BIM im Facility Management

Status quo

Mit rund 70 % entfällt der überwiegende Teil der Lebenszykluskosten einer Immobilie auf die Nutzungsphase. In dieser Phase werden jedoch nur 5 % der Daten genutzt. Diese geringe Verfügbarkeit von Daten in der Nutzungsphase hat ihren Ursprung in Informationsbrüchen bei der Datenübergabe entlang der Wertschöpfungskette. Unterschiedliche Softwareanwendungen, Datenformate, Interessen, Anforderungen und Projektbeteiligte haben bisweilen eine geordnete Datenübergabe verhindert.

Bisher erfolgte die Leistungsplanung nicht bedarfsgerecht (zB im Bereich des Reinigungsmanagements und des Instandhaltungsmanagements). Leistungen wurden unabhängig vom tatsächlichen Bedarf, der Nutzungsintensität, des Abnutzungsvorrats oder des Instandhaltungsstatus nach starren Intervallen und Leistungsbeschreibungen erbracht. Dies war und ist in vielen Fällen technisch und wirtschaftlich nicht effizient.

Learning Outcomes

Der Einsatz der openBIM-Methodik kann diese Hemmnisse überwinden und für eine zuverlässige Datenbasis für das Facility Management (FM) sorgen:

- Daten sind abrufbar: Informationen aus den Gebäudemodellen sind immer, von überall und aufgrund der offenen Formate über eine beliebige Software zugänglich. Die Abhängigkeit von Plänen, Funktionalbeschreibungen, Detailzeichnungen etc wird somit erheblich reduziert.
- Daten sind belastbar: die Informationen in den freigegebenen Gebäudemodellen geben immer den aktuellen geprüften Projektstand wieder, weshalb die weitere Planung darauf aufgebaut werden kann.
- Daten sind erweiterbar: in einem digitalen Gebäudemodell können unendlich viele Informationen enthalten sein. Oftmals reicht auch nur der Verweis auf Informationen in externen Datenbanken.
- Daten sind teilbar: das digitale Gebäudemodell kann allen Beteiligten im Projekt Informationen zur Verfügung stellen, wodurch die aufwendige manuelle Verteilung entfallen kann.

Ein optimaler Nutzen von BIM im FM erfordert:

- Immobilien- und FM-Strategie kennen: Welche Ziele sollen bei der Objektbewirtschaftung erreicht werden?
- Anwendungsfälle definieren: Welche Prozesse können sinnvoll digitalisiert werden?
- Rechtzeitig Anforderungen definieren: Diese Definition muss zu Projektbeginn erfolgen, um die Anforderungen an die Daten für das FM bereits in der Planung zu berücksichtigen.
- Laufende Kontrolle: zur Sicherstellung der erforderlichen Qualität der Daten.
- Übernahme in ein CAFM-Tool: Bei bausynchroner Datenpflege werden Prozesse insbesondere im Bereich des technischen Gebäudemanagements (Inspektion, Wartung, Störung, behördliche Prüfpflichten) unterstützt. Die Datenpflege erfolgt direkt im webbasierenden Tool, Dienstleistende und Liefernde werden eingebunden.
- BIM2FIM: Übergang vom BIM-Modell zum Facility Information Model (FIM).
- BIM2QR: Verbindung zwischen BIM-Modell und CAFM-System über QR-Codes.

Produktinformationen zu kreislauffähigen Baustoffen und BIM

Status quo

Die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden bildet einen wesentlichen Faktor im Bereich des Klimaschutzes. Eine schlechte Datenverwaltung führte zu konterkarierten Entscheidungen (zB erhöhte Dämmmaßnahmen zur Energieverbrauchsreduktion durch mit Störstoffen belastete Dämmstoffe, die Recyclingverboten unterliegen).

Der Bruch in der Datenweitergabe erschwert aktuell die Produktwahl in der Planungsphase sowie Instandhaltungsarbeiten während des Betriebs und bedingt Schad- und Störstofferkundungen für die Planung des Rückbaus.

Die noch nicht ausreichende Harmonisierung der Anforderungen an kreislauffähige Baustoffe behindert aktuell die Vergleichbarkeit und damit den Weg in Richtung Kreislaufwirtschaft.

Learning Outcomes

Die BIM-Methode kann eine wertvolle Unterstützung bei der Planung kreislauffähiger Gebäude bieten. Über einen effizienten Datenaustausch kann sie bei der Produktwahl in der Planungs- und Ausführungsphase unterstützen. Für den verwertungsorientierten Rückbau am Lebensende des Gebäudes („Urban Mining“) ist eine Dokumentation der verbauten Materialien essenziell. Die Dokumentation unterstützt außerdem bei der Instandhaltung und Instandsetzung von Gebäudeteilen.

Für einen zuverlässigen offenen Austausch von ökologischen Produktinformationen mit BIM-Applikationen werden standardisierte Datenformate- und -vorlagen benötigt. Im Rahmen des Forschungsprojekts „6D-BIM-Terminal“ wurde ein Abgleich der baubook-Kategorien und -Merkmale für Materialien und Bauelemente mit dem IFC4-Standard und dem ASI-Merkmalserver gemacht.

Dabei wurde festgestellt, dass Merkmale für ökologische Produktinformationen fehlen bzw fehlerhaft definiert sind. Der neue Normentwurf ISO 22057 wird mit standardisierten Datenvorlagen zukünftig Abhilfe für die Deklaration von Ökobilanzindikatoren schaffen. An der Umsetzung eines standardisierten Austauschs von Ökobilanzdaten zwischen baubook und BIM-Applikationen gemäß dieser Norm wird aktuell gearbeitet (Umsetzungsziel: 2022).

Andere umweltrelevante Produktinformationen (wie Angaben zu Inhaltsstoffen, Schadstofffreiheit oder Kreislauffähigkeit) wurden bisher noch nicht systematisch und in standardisierter Weise in die BIM-Umgebung einbezogen. Mit der internationalen Normen ISO 23387 wurde ein Standard geschaffen, mit dem auch diese Informationen standardisiert dargestellt werden können.

BIM in der Abfallwirtschaft

Status quo

Sehr ungenaue oder fehlende Aufzeichnungen über verbaute Produkte (im speziellen von gesundheits- oder umweltgefährdenden Stoffen), deren mengenmäßigen Einsatz und den genauen Ort des Einbaus erforderten die Definition strenger Regeln im Umgang mit Stoffen aus dem Bauwesen zum Schutz von Mensch und Umwelt. Unmittelbare Folgen davon sind die Erfordernis von

Schad- und Störstofferkundungen beim Rückbau von Gebäuden sowie Beprobungen von Baurestmassen vor dem Deponieeinbau. Das Fehlen einer fortschreibenden Dokumentation entlang des Lebenszyklus eines Gebäudes führte oftmals zu Doppelarbeiten. Der Einsatz von BIM als intelligente Datenbank bietet im Bereich der Abfallwirtschaft großes Potenzial.

Learning Outcomes

Die BIM-basierte Dokumentation von Stammdaten zu Produkten, Ort und verbauter Masse kann die Schad- und Störstoffanalyse deutlich erleichtern. Die Verfügbarkeit relevanter Informationen ermöglicht eine zielgerechte Entfernung gesundheits- oder umweltgefährdender Stoffe. Dies gewährleistet eine hohe Sortenreinheit bereits beim Abbruch. Damit wird die Verwertbarkeit der Abbruchabfälle deutlich erhöht, die Kosten der Aufbereitung reduziert und damit das Recycling deutlich attraktiver gestaltet.

Die genaue Dokumentation im BIM-Modell beginnend mit den Daten der Produktzertifizierung eröffnet die Möglichkeit von der Verpflichtung zur Schad- und Störstofferkundung bei BIM-Projekten abzusehen. Dieser Vorschlag würde auch unionsrechtlichen Vorgaben nicht widersprechen und könnte daher unmittelbar umgesetzt werden.

Die Kenntnis über Art, Ort und Menge verbauter Produkte erlaubt es Rückbaukonzepte bereits vorab mittels digitaler Analysen zu erstellen. Darüber hinaus können die benötigten Kapazitäten für die Abfallbehandlung exakt ermittelt werden.

Durch eine BIM-gestützte Dokumentation sind Informationen über verfügbares Material für die Wiederverwendung von Baustoffen bekannt. Der Einsatz der BIM-Methode leistet somit einen wichtigen Beitrag für hohe Recyclingquoten im Bauwesen.

Zur Förderung dieser Methodik könnte eine Ausnahme von der Beitragspflicht nach dem ALSAG für die Ablagerung nicht verwertbarer Abbruchabfälle eines BIM-Gebäudes eingeführt werden.

Durch die Hinterlegung von Gutachten und Analysen zu Aushubmaterial im BIM-Modell könnte durch eine Anpassung der DVO eine erneute Beprobung für spätere Erweiterungen des Gebäudes entfallen.

Abfälle, die vom Abbruch eines BIM-Gebäudes stammen, sollten vor dem Einbau in den Deponiekörper nicht mehr gesondert untersucht werden müssen, da ausreichende Informationen zu den verwendeten Produkten im BIM-Modell vorhanden sind. Damit könnten die Entsorgungskosten derartiger Materialien deutlich reduziert werden.

Die Verfügbarkeit produktbezogener Daten im BIM-Modell erleichtert die Berechnung des Entsorgungsindikators bzw des Ökoindex OI3 für die Zertifizierung des Gebäudes.

Durch die digitale und einheitliche Aufbereitung relevanter Informationen steht erstmals eine Vielzahl digital erfasster Vergleichswerte zur Verfügung, die zu einer Verkürzung von Zertifizierungsverfahren führen kann.

Die Dokumentation im BIM-Modell ermöglicht über die Projektgrenzen hinaus eine skalierbare Ressourcenplanung als Basis für eine Kreislaufwirtschaft.

2

Methodik BIM

Autor:

buildingSMART Austria

Editiert von den Herausgebern

BIM (Building Information Modeling) steht für eine Methodik der Bauwirtschaft, bei der alle Projektbeteiligten ihre Leistungen mit oder aufgrund digitaler Daten erbringen. Digitale Daten sind hierbei in der Regel elementbasierte 3D-Modelle (BIM-Modelle) mit einer standardisierten Semantik, die mit weiteren Informationen (etwa zu Qualitätsvorgaben, Material, Beschaffenheit) und mit Dokumenten oder Terminen und Kostenkennungen (für den späteren Betrieb) verknüpft werden. Projekte sollen von der Grundlagenermittlung bis zur Fertigstellung und dem

anschließenden Betrieb ganzheitlich mit BIM geplant und ausgeführt werden. Für eine ideale Umsetzung von BIM in Bauprojekten verpflichten sich Projektbeteiligte des gesamten Lebenszyklus dazu, Leistungsergebnisse in digitaler Form ohne Informationsbrüche zu übergeben und an Kooperationsprozessen unter Verwendung digitaler Informationen mitzuwirken. Die Vorteile der Anwendung der BIM-Methodik sind vielfältig und dabei unterschiedlich für die einzelnen Stakeholder, abhängig von deren Zielen und Aufgaben.

2.1 openBIM

openBIM ist ein universeller Ansatz für die kollaborative Gestaltung, Realisierung und den Betrieb von Gebäuden auf der Grundlage offener Standards (zB IFC) und Workflows. Die Mitglieder eines Projektteams können an der Erstellung von Modellen teilnehmen, unabhängig der von ihnen verwendeten Softwaretools. Der Einsatz von openBIM fördert einen transparenten und kollaborativen

offenen Workflow, schafft eine gemeinsame Sprache für Prozesse und stellt dauerhafte Projektdaten zur Verfügung, die über den gesamten Asset-Lebenszyklus hinweg verwendet werden können. IFC ist mittels der internationalen Norm ISO 16739 ein gesicherter, langfristiger und international etablierter Standard, der die dauerhafte Verfügbarkeit von Bauwerksinformationen gewährleistet.

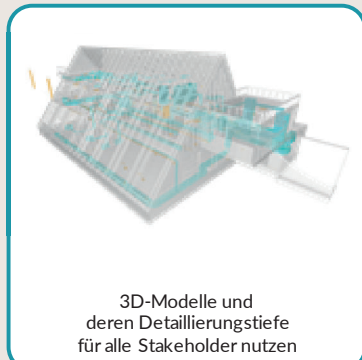
2.2 BIM-Festlegungen für das Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein

Der Auftraggeber (BVW GmbH) entschied sich, das Projekt Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein unter Verwendung der openBIM-Methodik (Datenaustausch mittels IFC) zu planen und zu bauen. Dabei sollten die aktuellen technologischen, normativen und rechtlichen Möglichkeiten ausgeschöpft und ihr Zusammenspiel beispielhaft dokumentiert werden. Letzteres dient der Analyse für die reproduzierbare und optimierte Anwendung in weiteren Projekten. Der Auftraggeber legte schon während der Ausschreibung der Generalplanung fest, dass alle Daten in einem virtuellen Projektraum (Projektplattform) gespeichert werden müssen. Diese Daten umfassen sowohl graphische und alphanumerische Daten als auch alle Dokumente, die in der Planungs- und Errichtungsphase entstehen. Die Berechtigungen für die verpflichtende Nutzung der Projektplattform wurden vom Auftraggeber

vergeben. Dieser verfügt nach der Abnahme des Bauwerks über alle Daten der Plattform. Als Standard für das Informationsmanagement wird die ISO 19650 herangezogen.

Der Auftraggeber traf dabei eine sehr wesentliche Festlegung: Zu verschiedenen Planungszeitpunkten würden die Daten auch für Simulationen verwendet. Dieses digitale Modell konnte wichtige Ergebnisse zeigen, bevor real gebaut wurde. Dies war vor allem in Hinblick auf die »klimaaktiv«-Zertifizierung bzw die Ökobilanzierung wichtig. Zusätzlich konnten damit entsprechende Fachleute Simulationen zB für die Energieoptimierung Primärenergiebedarf, ...), die Innenraumeffizienz (Lichteinfall, ...), dem Luftwechsel und dem Einsatz nachhaltiger Bauprodukte durchführen.

Hauptziele des BIM-Projekts



= bessere Daten



= bessere Zusammenarbeit



| | |
|---|---|
| ID | 7848 |
| Heizkesselname | Heizung H4 Pellet 100 |
| BIM |  |
| Gruppe | Pellets Heizkessel |
| Lieferant | FSOLING Heizkessel- und Behälterbau |
| Verfügbar | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Förderbar | <input type="checkbox"/> |
| Bezeichnung der Baueinheit | H4 Pellet |
| Pro Typenschild | 100 kW |
| Pro | 99,4 kW |
| Proin | 23,7 kW |
| EEI-Klasse | |
| Raumheizung Energieeffizienzindex (EEI) | % |
| Raumheizung Jahresnutzungsgrad | % |

Verfügbarkeit von Daten im Lebenszyklus sicherstellen

= bessere Entscheidungen

2.3 Projektablauf des Bio-Instituts Raumberg-Gumpenstein

Am Beginn des Projekts legten die Projektbeteiligten die Schlüsselpositionen fest und gestalteten die Regelwerke für den Projektverlauf.

Schlüsselpositionen im Projekt

Die zwei wichtigsten Schlüsselpositionen auf Seiten des Auftraggebers (AG) sind:

BIM-Projektleitung (BPL)

Die BPL ist die verantwortliche Stelle beim AG für die generelle Spezifizierung der Rahmenbedingungen eines Projekts, der Definition der verwendeten Leistungsbilder der jeweiligen Akteure sowie der Durchsetzung seiner Anforderungen an die verwendete Datenstruktur im Projekt.

BIM-Projektsteuerung (BPS)

Die BPS vertritt die Interessen des AG bei der konkreten Spezifizierung und der operativen Durchführung eines BIM-Projekts im Rahmen der Vorgaben der BPL.

Eine Schlüsselposition auf Planungsseite nimmt die Generalplanung ein:

Generalplanung (GP)

Neben den üblichen Agenden übernimmt die GP auch die BIM-Gesamtkoordination (BGK) und die BIM-Fachkoordination (BFK) in den jeweiligen Fachdisziplinen. Die BGK trägt die Verantwortung für das Koordinationsmodell. Sie überwacht die Durchführung der vorgegebenen Aufgaben der Fachkoordination und ist primärer Ansprechpartner der digitalen Planung gegenüber der BPS. Die BFK verifiziert fachspezifische BIM-Inhalte der jeweiligen Fachdisziplin Architektur, Tragwerksplanung und Gebäudetechnik.

Rolle von buildingSMART Austria (bSAT) im Projekt

buildingSMART Austria war auf der Seite des AG für die BPL und BPS verantwortlich. buildingSMART Austria agiert mit Standards, die mit der internationalen buildingSMART-Community im Kontext der Methodik open-BIM entstanden sind und die als fundamentale Grundlage ins Projekt eingebracht werden. Als Datenaustauschfor-



Visualisierung des Bio-Instituts Raumberg-Gumpenstein.

mate dienen der offene Standard IFC (für Fachmodelle) sowie BCF (für modellbasierte Kommentare).

Regelwerke im Projekt

Die zwei wichtigsten Regelwerke im Projekt sind hier kurz angeführt:

Auftraggeber Informationsanforderung (AIA)

Die AIA ist die konkrete Beschreibung der Informationsbedürfnisse des AG, die als Anforderung für den Auftragnehmer (AN) beschrieben werden. Sie dienen als Grundlage für den BIM-Projektentwicklungsplan im jeweiligen Projekt. Die AIA beinhaltet insbesondere die BIM-Anforderungen sowie Prozesse und Anwendungen, um die Ziele des AG zu erreichen.

BIM-Projektentwicklungsplan (BAP)

Der BAP ist ein Richtlinien-Dokument, das die Grundlage einer BIM-basierten Zusammenarbeit definiert. Er legt die organisatorischen Strukturen und die Verantwortlichkeiten fest, stellt den Rahmen für die BIM-Leistungen dar und definiert die Prozesse und die Anforderungen an die Kollaboration der einzelnen Beteiligten. Die Modelle und Prozesse werden hierbei in Bezug auf Strukturen, Elemente und Informationen vereinheitlicht. Der BAP legt zusätzlich die projektbezogenen Ausprägungen fest und definiert das Maß der Informations- und Detaillierungstiefe und deren Qualitäten.

Ausschreibung Generalplanung

buildingSMART Austria brachte mit der erfahrenen Kanzlei Heid und Partner Rechtsanwälte GmbH die BIM-Aspekte (BGK und BFK) in die Vertragsverhandlungen ein. Diese wurden im ausgefertigten Vertrag auch vollinhaltlich berücksichtigt.

Vermessung

Die Vermessung umfasste zwei Bereiche: Vermessung Land und Vermessung Geologie. buildingSMART Austria definierte als BPL und BPS die Spezifikationen für die Bestandsaufnahme, auf deren Grundlage die Vermessung und Modellierung der Umgebung durchgeführt werden musste. Den Auftrag dazu erhielten zwei Firmen, die bereits ein umfangreiches Wissen mit der Arbeit mit IFC-Dateien hatten. Diese erstellten das Modell entsprechend den Vorgaben von buildingSMART Austria. Nach der Qualitätskontrolle wurde das Umgebungsmodell für die Weiterbearbeitung beim GP durch buildingSMART frei gegeben.

Entwurfsentscheidung

Aus drei Entwürfen bestimmte eine Kommission das weiter zu bearbeitende Modell. Eine erste Simulation der Energieeffizienz unterstützte diese Kommissionssitzung. Basis dieser Simulation war ein sogenanntes Anforderungsmodell, das in Folge des Raum- und Funktionsprogramms entstand.

Kollaborationsplattform

Noch während des Vergabeverfahrens an den GP wurde in enger Abstimmung mit dem AG die deutsche Firma thinkproject ausgewählt, eine Projektplattform (Common Data Environment, CDE) für das Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein aufzusetzen. In der Vorentwurfsphase erfolgte die Konfiguration und Aufsetzung der Projektplattform entsprechend den AG-Anforderungen. Ab der Entwurfsphase bis zum Projektende stand dann diese Plattform zur Verfügung und diente der Speicherung projektrelevanter Modelle und Dokumente. Der AG bestimmt und kontrolliert die Bewegungen auf der Plattform als Systemadministrator.

Planungsphase

Die Planungsphase begann anschließend an die Entwurfsentscheidung und umfasste die Vorentwurfs-, Entwurfs- und Einreichplanung. Am Beginn der Planungsphase entwickelten die BPL und BPS die AIA und den BAP. Die Generalplanung arbeitete entsprechend dieser Dokumente und zeigte Veränderungen speziell beim BAP beim AG an.

Die Kernfestlegung von openBIM im Projekt war die modellbasierte Zusammenarbeit auf Basis der disziplinspezifischen Fachmodelle von Architektur, Tragwerksplanung und Technischer Gebäudeausrüstung. Die Generalplanung vergab die Verantwortung für die Fachmodelle der Tragwerksplanung und TGA an Subunternehmen und übernahm selbst die Architekturplanung und Koordination. In der gesamten Planungsphase arbeiteten diese Disziplinen parallel an der Erstellung ihrer Fachmodelle. Sowohl das Architekturteam, als auch die Zuständigen der Tragwerksplanung setzten als Autorensoftware Graphisoft Archicad ein. Die TGA arbeitete hingegen in der Software Trimble Nova. Die begleitende modellbasierte Qualitätskontrolle mittels vom Auftraggeber vorgegebener Prüfroutinen wurde in den verschiedenen Planungsbüros ebenfalls unterschiedlich umgesetzt. Während die Architekturplanung auf eine vollständige Kontrolle in der Prüfsoftware Solibri Model Checker setzte, führten Tragwerksplanung und TGA Teile der Prüfungen in der Autorensoftware durch.

Die ersten Einsätze von Prüfroutinen erfolgten in der zweiten Jahreshälfte 2019. Zur gleichen Zeit fanden thermische Gebäudesimulationen zur Energieeffizienz des Gebäudes statt, die Niederschlag in der architektonischen Optimierung, zB in der Fensteranordnung oder der Nachtlüftung, fanden.

Ausschreibung Generalunternehmer

Heid und Partner Rechtsanwälte GmbH führte die Vorselektion der Kandidat/inn/en durch. buildingSMART Austria unterstützte die Ausschreibung mit der Entwicklung eines Nachhaltigkeitsmodells, dass der Generalunternehmer mit Attributen bestücken muss, die zB für die Generierung von Entsorgungsindikatoren benötigt werden.



Luftbild des Bio-Instituts Raumberg-Gumpenstein am Ende der Ausführungsphase eingerahmt von der steirischen Berglandschaft.

Dazu überprüfte buildingSMART Austria die Vorgaben der »klimaaktiv«-Zertifizierung auf Attribute, die meist in BIM-Modellen fehlen. Kapitel 6 stellt dies genauer dar.

Ausführungsphase

In der Ausführungsphase beauftragte der Generalunternehmer erneut die Verantwortlichen der Planungsphase für die Weiterführung der Fachmodelle. In der Ausführungsplanung lag der Fokus auf der Einbindung der Werk- und Montageplanung der ausführenden Firmen. Diese erarbeiteten auf Basis der Fachmodelle ihre Details und Montagekonzepte, die wiederum von den Planenden auf Konformität mit den Fachmodellen geprüft und in diese eingepflegt wurden. Während der baubegleitenden Planung verlagerte sich die modellbasierte Arbeit auf den Soll-Ist-Vergleich. Hierfür konnte mittels gescannten Punktwolken der Abgleich zwischen dem gebauten Zustand und den Fachmodellen realisiert werden. Dieser Anwendungsfall ist in Abschnitt 3.6 genau beschrieben.

3

Nutzung der BIM- Methodik aus hoheitlicher Sicht

Autor:

buildingSMART Austria

Editiert von den Herausgebern

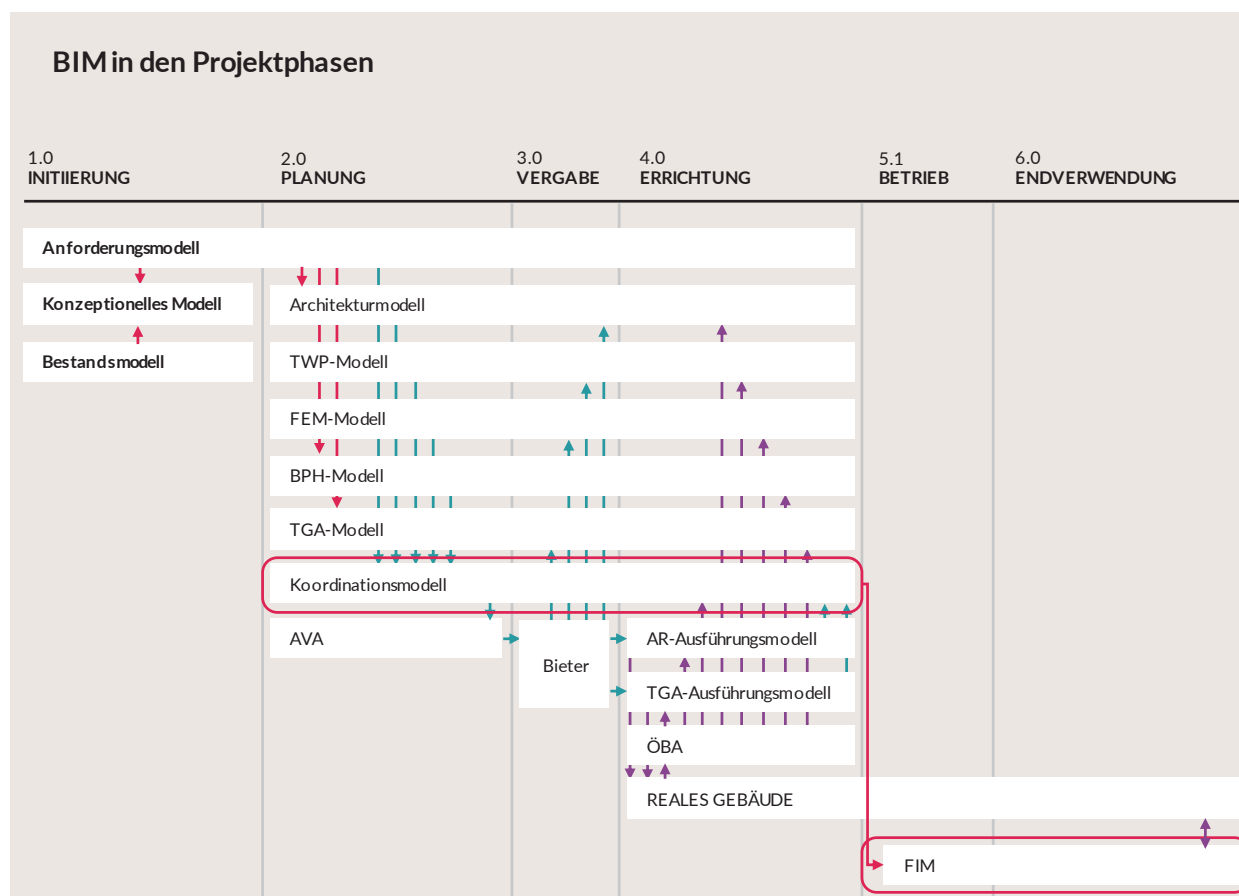
3.1 Organisation von Bauprojekten

Die einzelnen Phasen einer modellorientierten Abwicklung eines Bauprojekts sind ähnlich in der Abfolge der Teilprozesse, wie sie der Rechnungshof im Bauleitfaden 2018 darstellt. Folgende Abbildung bildet die Gliederung eines BIM-Projekts entsprechend der Projektphasen ab.

Genauso wie bei herkömmlichen Projektentwicklungen ist einer der wesentlichen Erfolgsfaktoren die Wahrnehmung der Auftraggeberfunktion. Eine Ausprägung der Auftraggeberfunktion wird durch die Erstellung eines Anforderungskataloges sichtbar. Die beiden Schlüsselpositionen auf Auftraggeberseite, BIM-Projektleitung (BPL) und BIM-Projektsteuerung (BPS), erstellen die beiden wichtigsten Regelwerke des Bauprojektes, die Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) und den BIM-Projektentwicklungsplan (BAP). Die Qualifikation dieser beiden Rollen ist für den Projekterfolg maßgebend.

AIA und BAP enthalten Vorgaben für die Anwendung der BIM-Methodik. Sie ergänzen die vertraglichen Bestimmungen für die Ausführung von Planungsleistungen mit der BIM-Methodik und insbesondere auch Leistungsbilder von Planungsverträgen. Eine solche Konkretisierung ist deshalb erforderlich, weil Leistungsbeschreibungen der Planer-Verträge vornehmlich Grundleistungen der Planung enthalten, welche die zu erbringenden Leistungen zuvorderst ergebnisorientiert bzw funktional beschreiben. In der BIM-Methodik werden primär digitale Liefergegenstände dargestellt. Vorgaben an den Auftragnehmer zum »Was?« sind eher im AIA und zum »Wie?« eher im BAP verankert.

In den AIA und im BAP werden Leistungen und Verantwortlichkeiten möglichst eindeutig und verständlich beschrieben. Daraus ergeben sich Anforderungen an die



vom Auftragnehmer zu erstellenden digitalen Liefergegenstände. Die Abnahme der digitalen Liefergegenstände ist eine wesentliche Auftraggeberfunktion. Die vollinhaltliche Transformation des Anforderungskatalogs des Auftraggebers in AIA und BAP stellt die digitalen Liefergegenstände transparent dar und verringert dadurch Nachforderungen. Das Dokument »**Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) für Neubau Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein**« (buildingSMART, 2019a) beschreibt die Anforderung für den Auftragnehmer (AN) und diente als Grundlage für die Durchführung im Projekt.

Der RH-Bericht »Management von öffentlichen Bauprojekten« (vgl. Rechnungshof Österreich, 2018) hält fest, dass es immer wieder Mängel gibt – vor allem hinsichtlich

Knowhow, Projektorganisation, Entscheidungsfindung und Wissensmanagement auf der Auftraggeberseite. Die BIM-Methodik ist zwar nicht neu, aber die Realisierungsprozesse mit dem Einsatz von BIM sind in Österreich in einer Frühphase. Die exakte Ausarbeitung der AIA und des BAP erfolgt in einem sehr frühen Projektstadium. Es gilt folgende Faustregel:

- in der Planung kostet eine Änderung 1 €
- in der Errichtung kostet die gleiche Änderung 10 €
- im Betrieb kostet die gleiche Änderung 100 €.

Hier liegt der unschlagbare Vorteil des digitalen Modells, wenn dieses professionell und vollständig aufgesetzt wird.

3.2 Partnerschaftliche Projektabwicklung, Projektkultur

Die openBIM-Methodik stellt jedem Projektbeteiligten idente Informationen zur Verfügung – in Form von Grafik, Alphanumerik und Dokumenten. Dies geschieht auf einer Kollaborationsplattform. Damit ist jede Stakeholder in/jeder Stakeholder einem gemeinsamen Projekt, bei

dem die Kommunikation modell- bzw datenorientiert ist, eingebunden. Aktuelle Projekte unter Einsatz der openBIM-Methodik zeigen deutlich positive Unterschiede im Gegensatz zur herkömmlichen Projektabwicklung.

3.3 Ganzheitliches Qualitätsmanagement

Der BIM-Gesamtkoordination (BGK) kommt bei der digitalen Leistungserbringung im Rahmen von openBIM eine ganz besondere Rolle zu. Das Konzept von openBIM sieht vor, dass unterschiedliche Disziplinen auch an unterschiedlichen Fachmodellen arbeiten, die zur Abstimmung in ein Koordinationsmodell überlagert werden. In der Planung sind es vor allem die Datenübergabepunkte (im BAP festgelegt), bei denen die BGK die Leistungserbringung sicherstellt (*QualityGates*). Die Modellqualität und -konformität wird dabei durch disziplinspezifische und disziplinübergreifende Prüfprotokolle verifiziert.

Während der Errichtung überprüft die BGK die Differenz zwischen den Modelldaten (*Bau-Soll*) und dem gebauten Stand (*Bau-Ist*). Bei der openBIM-Methodik ist der Auftraggeber auch als Eigentümer der Daten festgelegt. Dieser Punkt ist nicht nur für den Betrieb (Umbauten) wichtig, sondern auch für ein *Total Quality System* der Daten (diese stellen einen Wert dar). Gebäudedaten kann man nicht kaufen. Sie werden als Stammdaten oder Bewegungsdaten permanent und strukturiert erfasst und mittels Abfragesystemen zu Informationen gebündelt, aus denen dann Handlungsmaxime für Energieverbrauch, Instandhaltung, gesetzliche Prüftermine etc abgeleitet werden.

3.4 Wirtschaftlichkeitsanalysen: Kosten, Termine

Die openBIM-Methodik gibt der Kostenverfolgung sowohl in der Planungs- als auch in der Betriebsphase viele Möglichkeiten. Vor allem ist durch Simulationen am digitalen Modell der Nutzen verschiedener Investitionen prüfbar, ohne die Investitionen real zu tätigen.

Diese Varianten (BIM 4D und BIM 5D) sind in Österreich normativ noch ungenügend verankert. Allerdings legt die ÖNORM A 2063-2 die Basis für einen Wechsel. Besonders effizient und schnell wirkend sind die Modellinhalte, die Auskunft über die Gewährleistungszeiträume geben.

3.5 CityGML

Eine der wesentlichsten hoheitlichen Herausforderungen wird in Zukunft die verursachergerechte Zuordnung des CO₂- bzw Feinstaubausstoßes, des Energieverbrauches bzw die Energiegewinnung, der graue Energieverbrauch, der ökologische Fußabdruck über größere Gebiete (zB Quartiere oder Bezirke oder Gemeinden) sein. Dazu ist die flächendeckende (Quartier, Bezirk, Gemeinde, ...) Haltung von 3D-Gebäudemodellen notwendig. Die Attribute der ökologischen Qualität, wie zB

- Treibhauspotenzial (GWP),
- Ozonschichtabbaupotenzial (ODP),

- Ozonbildungspotenzial (POCP),
- Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PENRT),
- Gesamtprimärenergiebedarf und Anteil erneuerbare Primärenergie (PERT) sowie
- Trinkwasserbedarf und Abwasseraufkommen (auf höherem LoD)

sind zu modellieren.

Diese Entwicklung betrifft nicht nur den Hochbau, sondern auch den Tunnelbau (50 % der Energiekosten der ASFiNAG entfallen auf Tunnellüftungen).

3.6 asBuilt-Dokumentation

Grundlagen der asBuilt-Dokumentation

Der Abgleich der digitalen Planung (Bau-Soll) und dem Bau-Ist (Baustelle) erfolgt in BIM-Projekten in der Regel durch die Rollen BGK und BIM-ÖBA (BIM Örtliche Bauaufsicht). Die Anforderungen für den Abgleich und die Übernahme in die Fachmodelle werden im Anwendungsfall **asBuilt-Dokumentation** definiert.

Das Dokument »**BIM Leistungsbilder für Hoch- und Tiefbau**« (buildingSMART, 2019b) enthält die Leistungsbeschreibung für die Rollen BGK und BIM-ÖBA. Folgende Definitionen sind bezüglich der asBuilt-Dokumentation enthalten:

BIM-Leistungsbild BGK:

Koordinierung der Informationen der Rückkopplung Baustelle zu Planung nach Vorgabe BAP-Prüfplan.

BIM-Leistungsbild BIM-ÖBA:

Prüfen der Abweichung von Produktangaben der Werk- und Montageplanung von ausführenden Firmen zu Planung bzw zu Angebot.

Entscheidungsführung zum Umgang mit Abweichung der Werk- und Montageplanung (Abänderung der Planungsmodelle durch Planung oder Abänderung der Werk- und Montageplanung durch BauAN).

Baudurchführung:

Prüfen der Ausführenden auf Einhaltung der Vorgaben gem. BAP/Prüfplan

- Prüfung auf Änderungen des gebauten Standes zu vertraglich vereinbarten Vorgaben gem. Planung. Bspw.:
 - Rechtzeitige Beauftragung der Vermessung
 - Rechtzeitiges Herstellen geeigneter Bedingungen für die Vermessung auf der Baustelle
 - Aufforderung der Planung zur Prüfung der Vermessungsdaten auf Konformität zum jeweiligen Fachmodell
- Stichprobenartige Prüfung von verbauten Produkten entsprechend des Angebots.
 - Entscheidungsfindung im Falle von Abweichungen (Änderung gebauter Stand vs. Planstand)

Im Dokument »BIM Projektabwicklungsplan (BAP) für Neubau Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein« (buildingSMART, 2020) finden sich unter den Anwendungsfällen die Angaben zu den Anforderungen und zur Durchführung.

Anforderungen:

Die modellbasierte asBuilt-Dokumentation wird auf Grundlage folgender Regeln durchgeführt:

- Als Datengrundlage (Bau-Soll) dienen gem. dem Einordnungsschemata der Qualitätsprüfung als »bestanden« geprüfte Modelldaten.
- Eine Plausibilitätskontrolle ist vor sowie nach der asBuilt-Dokumentation durch die durchführende BIM-Organisationseinheit sowie der BGK vorzunehmen.

Die Aufnahme des Bauzustands (Ist-Zustand) ist gem. nachfolgender Beschreibung durch qualifiziertes Personal mittels Laserscanner durchzuführen.

Als Ergebnis der Aufnahme des Bauzustands ist an die BGK für jede Phase der Baudurchführung folgende Information zu übergeben:

- eine farbige Gesamtpunktwolke als vollständiges Abbild des geplanten und gebauten Standes sowie dem unmittelbaren Umfeld im Format .e57 mit einem maximalen Punktabstand von 5 mm.
- eine farbige Gesamtpunktwolke als vollständiges Abbild des geplanten und gebauten Standes sowie dem unmittelbaren Umfeld im Format .e57 mit einem variablen Punktabstand, dabei gilt:
 - Ecken/Kanten/Freiformflächen mit 5 mm Punktabstand
 - Bereiche innerhalb von Ebenen mit 40 mm Punktabstand
- Farbige Panoramabilder für jeden Raum im Objekt (Sichtbereich 360°/340°, Mindestauflösung 12 MP)
- Farbige Panoramabilder für Außenanlagen und alle freistehenden Fassadenflächen (Sichtbereich 360°/340°, Mindestauflösung 12 MP)

Die Vorgaben und Anforderungen der ÖNORM A 7010-6 sind vollinhaltlich einzuhalten. Mit den asBuilt-Modell ist auch das daraus abgeleitete FM-Modell zu übergeben.

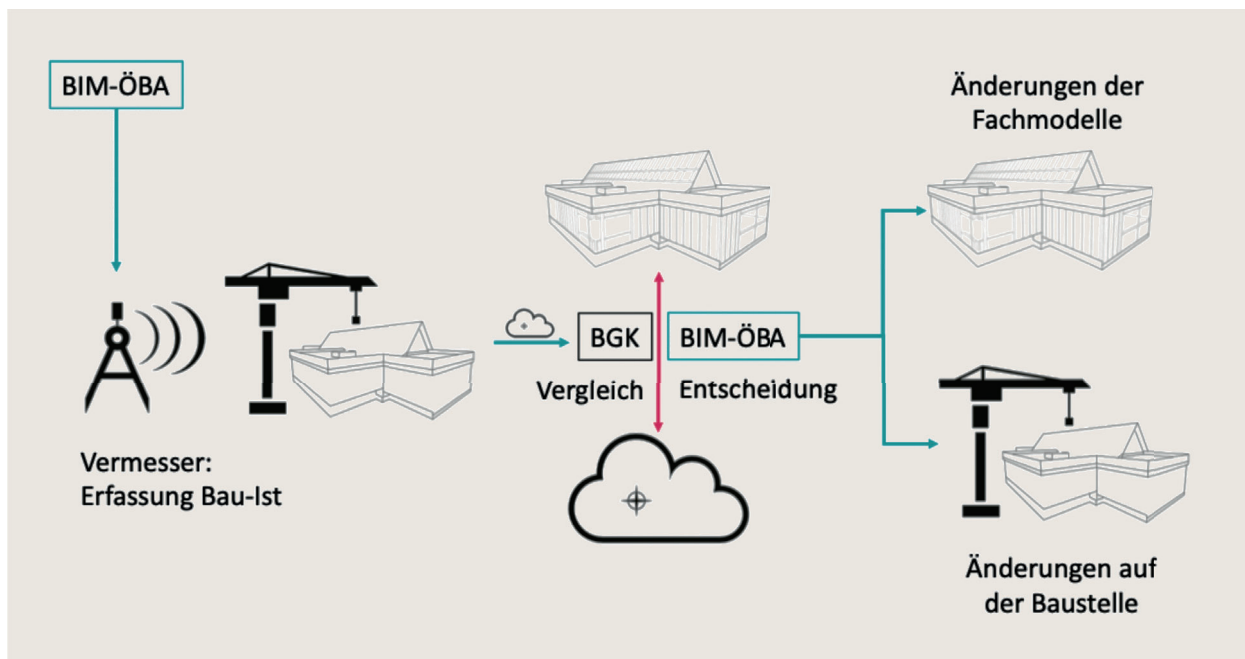
Durchführung:

Für die Durchführung der asBuilt-Dokumentation durch die verantwortliche BIM-Organisationseinheit gelten folgende Vorgaben:

- Die Aufnahme des Bauzustands (Ist-Zustand) erfolgt zu folgenden grundsätzlichen Phasen der Baudurchführung, die genauen Zeitpunkte der Durchführung sind durch die ÖBA festzulegen:
 - Fertigstellung Rohbau (geschossweise)
 - Fertigstellung G-/Sammeltrassen (Untergeschoss)
 - Fertigstellung Ausbau/Trockenbau (geschossweise, einseitig beplankte Wände)

- Fertigstellung GL (geschossweise, Hauptstränge/Zentralen/Verteiler)
- Fertigstellung Gebäude und Außenraum (gesamtheitlich)
- Als Datengrundlage (Bau-Soll) dienen die Fachmodelle (IFC-Datei) der PlanerAN.
- Als Datengrundlage (Ist-Zustand) dienen die Punktwolken für die jeweilige Phase der Bau-durchführung (e57-Datei).
- Die Identifikation von Abweichungen zwischen Bau-Soll und Ist-Zustand ist aufgrund von Abweichungen von Position und Dimension außerhalb der vertraglich festgelegten Bautoleranz von der BGK durchzuführen.
- Bei Abweichung Benachrichtigung an **ÖBA**
- **ÖBA** entscheidet in Abstimmung mit AG:
 - Anpassung der Abweichung durch BauAN
 - Anpassung der Modelldaten durch PlanerAN - Die Nachführung von identifizierten Abweichungen zwischen Bau-Soll- und -Ist-Zustand in den jeweiligen Fachmodellen (IFC-Datei) erfolgt durch die jeweils dafür verantwortliche Stelle (siehe Abschnitt 6.3).

Folgende Grafik fasst die grundlegenden Abläufe und die Verantwortlichkeiten zusammen.



3.7 Durchführung im Projekt

Im Zuge der Ausführung wurde der Stand des Bau-Ist mehrere Male durch den beauftragten Vermesser erfasst. Die Beauftragung erfolgte durch die Generalplanung, das Büro BME. Die Durchführung des Vergleichs Bau-Ist (Punktwolken e57) gegen die Fachmodelle erfolgte durch das Büro BME. Beispielhaft sind drei Aufnahmen angeführt.

1. Erfassung des Bau-Ist:

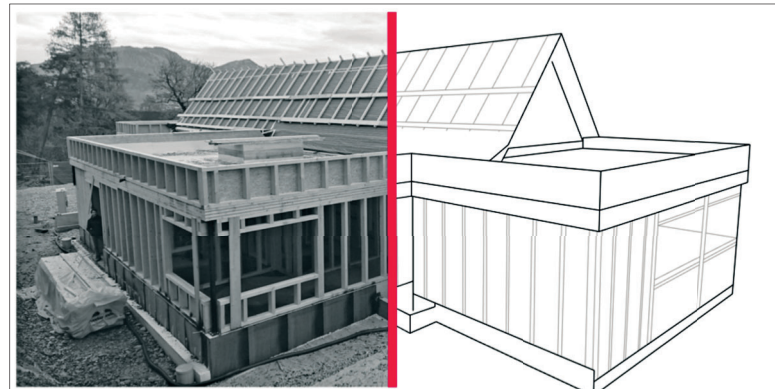
| | |
|--------------------------------|--|
| Erstellung der Punktwolke e57: | 09/2020 |
| Inhalt der Punktwolke e57: | Rohbau |
| Vergleich von: | Fachmodell Architektur gegen Punktwolke .e57 |
| Ergebnis: | keine Änderungen notwendig |

Stahlbetonteile wurden lagerichtig hergestellt. Wanddurchbrüche und Türdurchbrüche sind lagerichtig vorhanden.

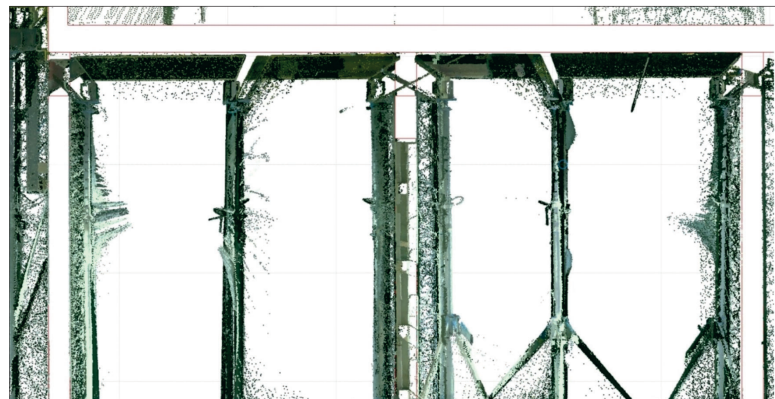
(für weitere Darstellung siehe BME: »Bericht Vergleich Punktwolke mit Modell 1-September-Oktober 2020.pdf«) (BME, 2020a)

2. Erfassung des Bau-Ist:

| | |
|--------------------------------|--|
| Erstellung der Punktwolke e57: | 09/2020 |
| Inhalt der Punktwolke e57: | Gelände |
| Vergleich von: | Fachmodell Architektur gegen Punktwolke .e57 |
| Ergebnis: | keine Änderungen notwendig |



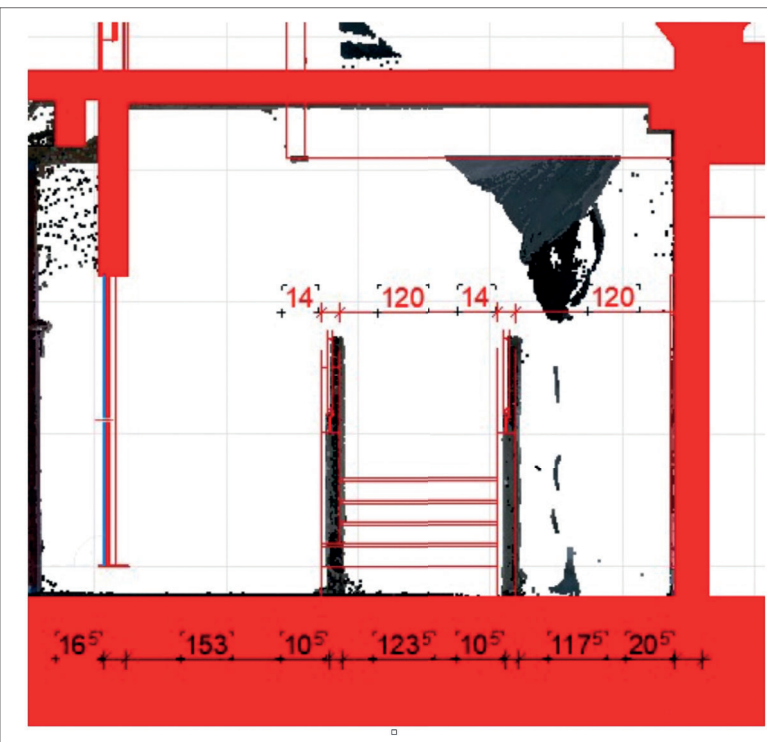
Die Verwendung digitaler Gebäudemodelle ermöglicht einen begleitenden Abgleich des Soll- mit dem Bau-Ist-Zustand.



Schnitt Probenlogistik - Probenraum.



Darstellung des virtuellen Modells referenziert im Gelände (aus den Daten der aufgenommenen Punktwolke).



Schnitt durch das Foyer inklusive Holzstiege.

Geplantes und vorhandenes Gelände stimmen weitestgehend überein.

Anforderung: zur Fertigstellung muss der entfernte Teil des öffentlichen Geländes wiederhergestellt worden sein.

(für weitere Darstellung siehe BME: »Bericht Vergleich Punktwolke mit Modell 2 inkl. Schnitte-Oktober 2020.pdf«) (BME, 2020b)

3. Erfassung des Bau-Ist:

| | |
|--------------------------------|---|
| Erstellung der Punktwolke e57: | 10/2020 |
| Inhalt der Punktwolke e57: | Pfosten-Riegelkonstruktion (Holzbau) |
| Vergleich von: | Fachmodell Tragwerksplanung gegen Punktwolke .e57 |
| Ergebnis: | Änderungen notwendig |

Abweichung:

- Holzstiege um 5 cm versetzt -> Änderung auf der Baustelle

Begründung: die Durchgangslichte zwischen Stiege und Probenraum muss mindestens 1,20 m betragen.

(für weitere Darstellung siehe BME: »Bericht Vergleich Punktwolke mit Modell 3-Oktober 2020.pdf«) (BME, 2020c)

4

Rechtliche Aspekte einer openBIM-Umsetzung

Autor:

Heid und Partner Rechtsanwälte GmbH

Editiert von den Herausgebern

Neben gesetzlichen Vorgaben stellen Normen wichtige rechtliche Grundlagen dar. Die angeführten Normen sind für alle Planungsleistungen gültig, und wurden deshalb beim gegenständlichen Projekt unter dem Ausschreibungspunkt »Ausgangslage« angeführt.

- *ÖNORM A 6241-2 Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM*

Diese Norm ist in Österreich für die Erstellung digitaler Gebäudemodelle gültig und regelt:

- die technische Umsetzung eines einheitlichen, strukturierten mehrdimensionalen Datenmodells für Bauwerke basierend auf der Methodik Building Information Modeling und schafft
- Grundlagen für einen umfassenden, einheitlichen, produktneutralen, systematisierten Datenaustausch auf Basis von IFC.

- *ÖNORM A 7010-6 Objektbewirtschaftung – Datenstrukturen – Teil 6: Anforderung an Daten aus Building Information Modeling (BIM)-Modellen über den Lebenszyklus*

Sie stellt bereits zu Beginn der Konzeptions- und Planungsphase Festlegungen und Vorgaben zur Datenübergabe und Datenweiterführung für den nachfolgenden auf dem Building Information Modeling (BIM) basierenden Planungsprozess für den Objektbetrieb sicher. Diese ÖNORM legt Vorgaben für den Datenaustausch über den gesamten Lebenszyklus aus BIM basierenden Planungsprozessen gemäß ÖNORM A 6241-2 fest.

- *ÖNORM EN 16310 Ingenieurdienstleistungen – Terminologie zur Beschreibung von Ingenieurdienstleistungen für Gebäude, Infrastruktur und Industrieanlagen*

Die Terminologie in dieser Europäischen Norm soll im Bereich der Dienstleistungen im Ingenieurwesen die Zusammenarbeit zwischen Sektoren und zwischen Ländern unterstützen. Sie ist auf der Grundlage von „aufeinanderfolgenden Bauabschnitten“ bei einer Bauausführung strukturiert und harmonisiert die Gliederung von Projektphasen in Europa.

- *ÖNORM EN ISO 16739-1 Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauwirtschaft und im Anlagenmanagement – Teil 1: Datenschema (ISO 16739-1:2018)*

Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauindustrie und im Anlagenmanagement. Die einheitliche Datenstruktur und das Datenformat zum Austausch von Bauwerksmodellen.

- *ÖNORM EN ISO 19650-1 Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM – Teil 1: Konzepte und Grundsätze (ISO 19650-1:2018)*

- *ÖNORM EN ISO 19650-2 Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM – Teil 2: Lieferphase der Assets (ISO 19650-2:2018)*

4.1 BIM-Komponenten bei Ausschreibung d. Generalplanungsleistungen

Allgemeine Bestimmungen für die Generalplanung

Die Verwendung der openBIM-Methodik erfordert zusätzliche Festlegungen für die Generalplanungsleistungen. Zur Verhinderung von Diskontinuitäten muss die Generalplanung die Modellverantwortung für das Ge-

samtmodell überbunden werden. Die Fachmodelle (TWP – Tragwerksplanung, FEM – Finite Elemente, TGA – technische Gebäudeausstattung, ARC – Architekturplanung) werden regelmäßig, nach Durchlaufen der Prüfroutinen, ins Koordinationsmodell übernommen. Diese Vorgehens-

weise ist zwingend notwendig, um das Ziel zu erreichen, dass das reale Projekt dem digitalen Zwilling entspricht (um Modelle nicht zu überfrachten, werden zB Silikonfugen, Kunststofffolien, Klebstoffe etc nicht modelliert. Diese Thematik ist bei Betrachtung der Modelle aus ökologischer Sicht zu beachten).

Generalplanungsleistungen

In den üblichen Leistungs- und Vergütungsmodellen für Planungsleistungen (LM. VM.2014; LPH 1 bis LPH 6) sind Grund- und Zusatzleistungen angeführt. Die Methodik BIM verlangt noch weitere Leistungen:

- Festlegung des Detaillierungsgrades des Vorentwurfes – LOD 100
- BIM Gesamtkoordination ist von der GP als Teil ihrer planerischen Grundleistung zu erbringen. Details werden im BAP dargestellt.

Grundlagen für Generalplanungsleistungen

Im gegenständlichen Projekt wurden der Generalplanung die Modelle der Landvermessung und der Geologie mit den zugrunde liegenden Standards (Standards von buildingSMART Austria entwickelt) übergeben.

Allgemeine Pflichten der Generalplanung

Für die Generalplanung bzw den Subunternehmen gelten zwingend die Vorgaben der AIA und des BAP. Diese Vorgaben sind nur in Absprache mit dem Auftraggeber veränderbar. Die Generalplanung hat auch bei der Dokumentation der Projektdurchführung mitzuwirken. Bei Unstimmigkeiten bei den digitalen Modelldaten muss die Generalplanung ihrer Warnpflicht nachkommen. Sie hat dem Auftraggeber nicht nur Dokumente des Schriftverkehrs, Protokolle etc auf der Plattform zu übergeben, sondern auch native Fach-/Koordinationsmodelle. Die Teilnahme an den BIM-Koordinationsmeetings ist verpflichtend, genauso wie die Bereitstellung der digitalen Modelle in den Meetings und auf der Baustelle.

Leistungen der Auftraggeberbegleitung

Aus der Sicht von buildingSMART sind die Funktionen der Projektsteuerung PS und örtliche Bauaufsicht ÖBA als Auftraggeberbegleitung beim gegenständlichen Projekt (relativ klein) gut umsetzbar. Die Funktion gewährleistet die qualitative Baudurchführung im Rahmen der planerischen Vorgabe sowie deren vollständige Dokumentation als Grundlage für den nachfolgenden Betrieb.

4.2 Festlegung des BIM-Abwicklungsmodells

Bereits zu Projektbeginn ist eines der zentralen Themen die Festlegung des BIM-Abwicklungsmodells, da abhängig vom gewählten BIM-Abwicklungsmodell die konkrete Vergabe- und Vertragsstrategie für das Projekt geregelt und festgelegt wird. Das für das jeweilige Projekt gewählte BIM-Abwicklungsmodell legt somit die konkrete Vergabe- und Vertragsstrategie fest und stellt klar, in welcher Phase die Modellverantwortung bei welchem Projektbeteiligten liegt. Abhängig vom festgelegten Abwicklungsmodell liegt die Modellverantwortung in den einzelnen Abwicklungsphasen bei unterschiedlichen Beteiligten, wobei sich in der Praxis nachfolgende Modelle als gängig herausgestellt haben:

- **Variante 1:** Die Verantwortung für das BIM-Modell bleibt über den gesamten Projektverlauf bei der GP.
- **Variante 2:** Die Verantwortung für das BIM-Modell geht in der Ausführungsphase von der Generalplanung den Generalunternehmer »plus« (in der Folge »GU+«) über.
- **Variante 3:** Die Planung der Generalplanung erfolgt »klassisch« im 3D-Modell und die Erstellung des BIM-Modells erfolgt ab Beauftragung (erst) durch den GU+. Die Verantwortung für das BIM-Modell bleibt beim GU+.

Variante 1 – Verantwortung für das BIM-Modell bleibt bei der Generalplanung

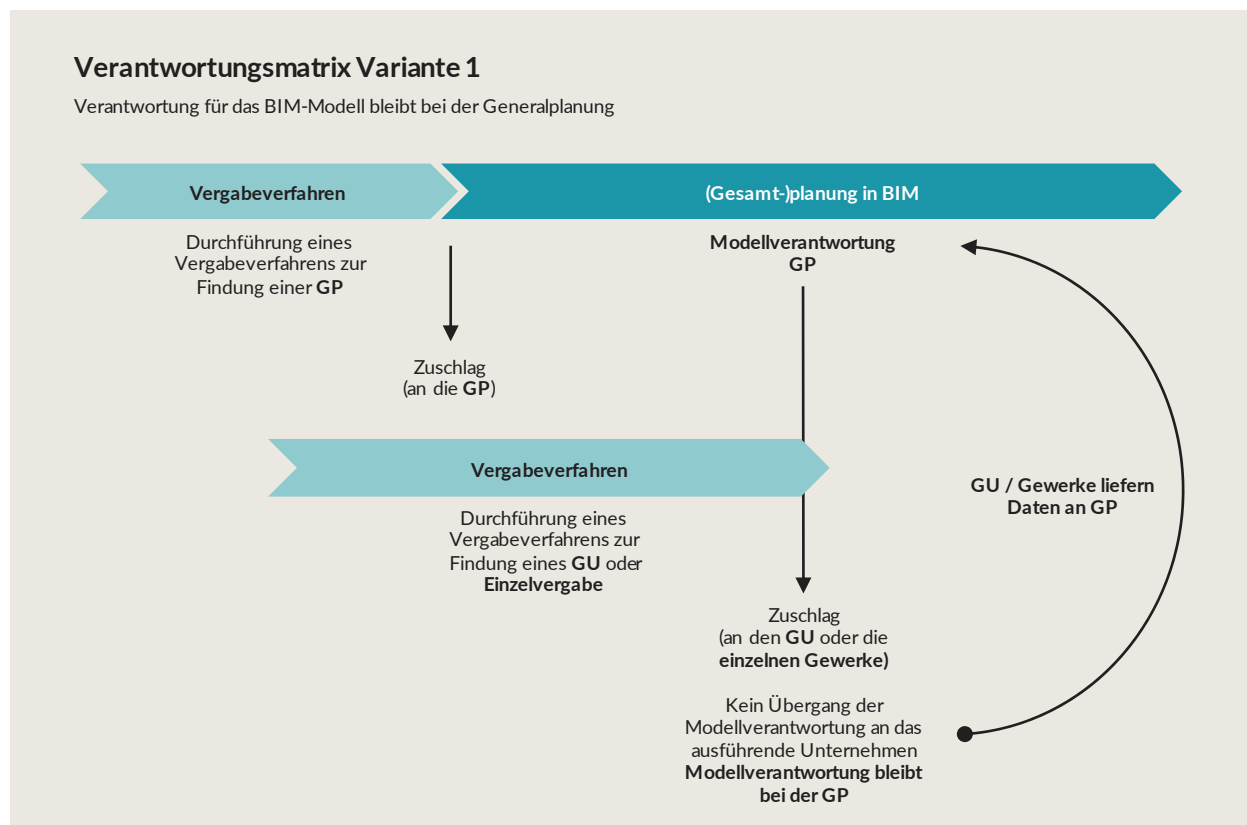
Bei dieser Variante bleibt die Verantwortung für das BIM-Modell von der Beauftragung (Zuschlagserteilung im Vergabeverfahren) bis zum Projektabschluss (Übergabe des BIM-Modells an den Auftraggeber) bei der Generalplanung und es kommt zu keinem Zeitpunkt zu einem Übergang der Modellverantwortung an das ausführende Unternehmen. Das beauftragte Generalunternehmen bzw. die sonst beteiligten ausführenden Unternehmen (insbesondere bei der Vergabe von Einzelgewerken), liefern die für das BIM-Modell erforderlichen Daten (Ausführungsinformationen) während der gesamten Ausführungsphase an die Generalplanung (siehe folgende Abbildung).

Der Vorteil des BIM-Abwicklungsmodells in dieser Variante 1 ist, dass für die Phase der Planung und Ausführung keine Übergabe des BIM-Modells mit allfälligen technischen Herausforderungen/Hürden stattfindet. Da das ausführende Unternehmen die für das BIM-Modell erforderlichen Daten (Ausführungsinformationen) wäh-

rend der gesamten Ausführungsphase an die Generalplanung liefert, liegt die Verantwortung der Fortschreibung des BIM-Modells zur Gänze bei der Generalplanung. Dies führt zu einem Mehraufwand der Generalplanungsleistungen während der Ausführungsphase.

Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein: Verantwortung geht von der Generalplanung auf Generalunternehmer »plus« über (Variante 2)

Im gegenständlichen Pilotprojekt wurde als BIM-Abwicklungsmodell die »Variante 2« umgesetzt. Bei dieser Variante (siehe folgende Abbildung) liegt die Verantwortung für das BIM-Modell zunächst bei der Generalplanung (GP). Mit Beauftragung des GU+ hatte dieser – in Abstimmung mit der GP – den optimalen Übergangszeitpunkt des BIM-Modells von der GP auf den GU+ zu bestimmen und verantwortete damit die optimale Planungsfortschreibung (wie zB bei Planungs- und Nutzungsänderungen). Auch die Verteilung der einzelnen Rollen (zB BPL und BPS) wurde vom GU+ (intern) selbstständig und in Eigen-

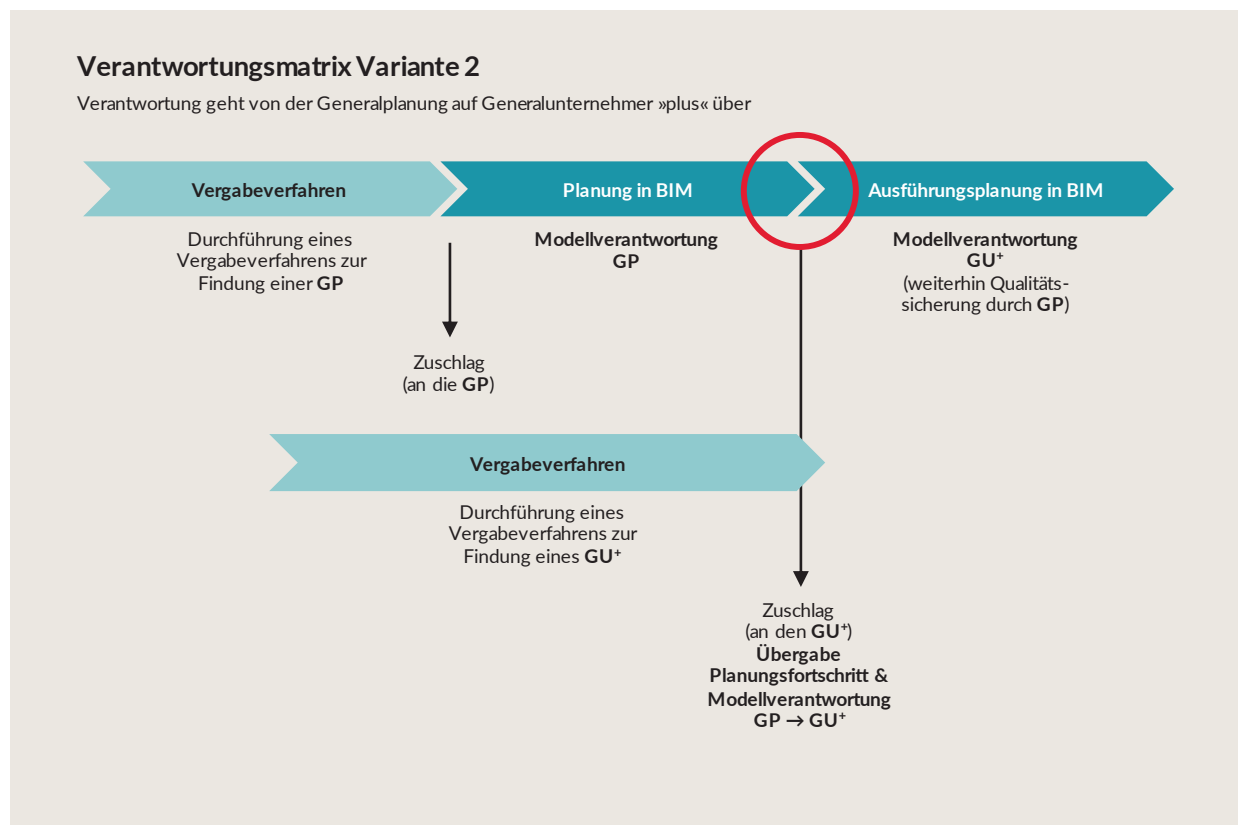


verantwortung vorgenommen. Die Modellverantwortung verblieb bis zur Übernahme des Bauwerks durch den Auftraggeber und Übergabe des BIM-Modells beim GU+. Für dieses Pilotprojekt wurde festgelegt, dass über die Ausführungsphase weiterhin eine Qualitätssicherung durch die Generalplanung erfolgt, wobei der Generalplanung in dieser Projektphase keine Bearbeitungsrechte im BIM-Modell des GU+ mehr eingeräumt sind (dh eine direkte Bearbeitung des BIM-Modells ist daher ab Übergabe an den GU+ nicht mehr möglich). Den anderen Projektbeteiligten wurden ebenso (bloße) Zugriffsrechte auf das BIM-Modell eingeräumt, welche keine direkte Bearbeitung des BIM-Modells ermöglichen.

Diese Festlegungen zu Beginn des Pilotprojekts wurden durch den beauftragten GU+ maßgeblich verändert. Dieser beauftragte erneut das Planungsteam rund um die Generalplanung mit der Weiterführung der Modelle. Damit hatten sie nicht mehr nur bloße Zugriffsrechte, sondern waren erneut für der Bearbeitung zuständig. Das gesamtheitliche modellbasierte Qualitätsmanagement ging

ebenfalls wieder an die Generalplanung. Damit wurde indirekt Variante 1 umgesetzt, bei der über den gesamten Projektverlauf die Modellverantwortung bei der Generalplanung bleibt.

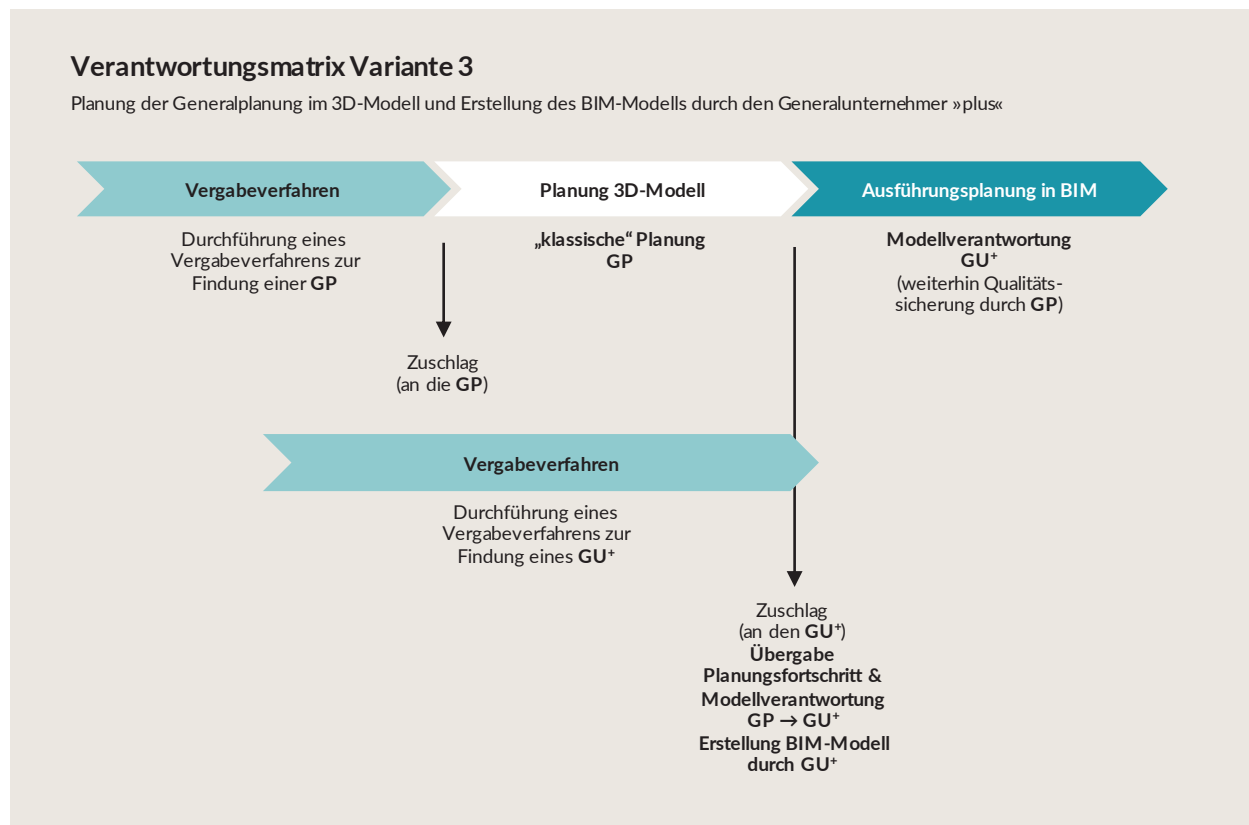
Für die Übergabe des BIM-Modells an den Auftraggeber wurde in der Leistungsbeschreibung die Fertigstellungsgrade LOI 100 bis 500 festgelegt (Level of Information LOI, Level of Geometry LOG). Der Fertigstellungsgrad betrifft den Grad der Genauigkeit der Abbildung der einzelnen Bestandteile des BIM-Modells. Hierfür haben sich im Englischen die Begriffe »Level of Detail« und »Level of Development« etabliert (LOD beinhaltet LOI und LOG). Unterschieden wird international zwischen Fertigstellungsgraden nach LOD 100 (konzeptionelle Darstellung) bis LOD 500 (Dokumentation des ausgeführten Elements), die in etwa parallel zu den aus der HOAI bekannten Leistungsphasen verlaufen (vgl Elixmann, 2016, S. 100 f). Bei BIM-Abwicklungsmodellen in der Variante 2 über das offene Datenformat der IFC-Schnittstelle kam es in der Vergangenheit zuweilen zu einem Datenverlust.



Dieser mehrheitlich auf Bedienungsfehler bei der (alten) IFC-Versionen 2x3 zurückzuführende Verlust der geometrischen Funktionen bei einzelnen Planungen ist bei richtiger Nutzung von IFC 4 und höheren Versionen jedoch nicht mehr gegeben.

Variante 3 – Planung der Generalplanung im 3D-Modell und Erstellung des BIM-Modells durch den Generalunternehmer »Plus«

Bei dieser Variante erfolgt die »klassische« Planung des Projekts durch die Generalplanung im 3D-Modell (ohne BIM). Ab Beauftragung des GU+ erfolgt die Planungsfortschrittung durch den GU+, welcher auf Basis des von der Generalplanung übergebenen 3D-Modells sodann das BIM-Modell erstellt. Die Verantwortung für das BIM-Modell trägt somit von Beginn an der GU+. Gegebenenfalls erfolgt allerdings weiterhin eine Qualitätssicherung durch die Generalplanung (siehe folgende Abbildung). Auch in dieser Variante finden in der Phase der Planung und Ausführung keine Übergaben des BIM-Modells mit allfälligen technischen Herausforderungen/Hürden statt. Da das gesamte BIM-Modell durch den GU+ zu erstellen ist, kommt es aber in der Ausführungsphase zu Mehraufwendungen beim ausführenden Unternehmen.



4.3 BIM im Vergabeverfahren

Möglichkeiten für den BIM-Einsatz im Vergabeverfahren

Gemäß Art 22 Abs 4 der Richtlinie 2014/24/EU über die öffentliche Auftragsvergabe (in der Folge »VergabeRL«) ist vorgesehen, dass die Mitgliedstaaten für öffentliche Bauaufträge und Wettbewerbe die »Nutzung spezifischer elektronischer Instrumente, wie zB elektronischer Instrumente für die Gebäudedatenmodellierung oder dergleichen, verlangen« können. Darüber hinaus werden jedoch keine weiteren besonderen Zulässigkeitsvoraussetzungen für den BIM-Einsatz in der VergabeRL vorgegeben. Demnach kann ein öffentlicher Auftraggeber die Nutzung von BIM in einem konkreten Projekt wohl verpflichtend vorschreiben. Auch im Bundesvergabegesetz 2018, BGBl I Nr 65/2018 idgF (in der Folge »BVerG 2018«) selbst finden sich zwar keine spezifischen Regelungen zum Einsatz von BIM, nach den Gesetzesmaterialien zum BVerG 2018 ist aber vorgesehen, dass es – im Einklang mit der Festlegung in der VergabeRL – dem öffentlichen Auftraggeber »natürlich« freisteht, »die Nutzung von BIM vorzuschreiben [...]« (EBRV 69 BlgNR XXVI. GP 81). Im Vergabeverfahren hat der Auftraggeber folgende Möglichkeiten, den Einsatz von BIM verpflichtend vorzuschreiben (näheres dazu siehe auch Heid und Deutschmann, 2017, S. 49 ff):

Vorgabe von BIM als technische Spezifikation in der Leistungsbeschreibung

Im Hinblick auf die Vorgabe als technische Spezifikation kann der Auftraggeber in der Leistungsbeschreibung die Verwendung einer neutralen Software (ohne Produktbezeichnung) festlegen, welche die für BIM typischen technischen Spezifikationen erfüllt (zB Erstellung von mehrdimensionalen Planungsergebnissen, digitale Abbildung der wesentlichen funktionalen Eigenschaften in einem zentralen Datenmodell etc). Dabei ist es wesentlich, dass die ausgeschriebenen Leistungen eindeutig, vollständig und neutral beschrieben sind bzw nicht so umschrieben sind, dass bestimmte Bieter von vornherein Wettbewerbsvorteile genießen. Diese Voraussetzung ist nur dann er-

füllt, wenn keine – für BIM-Projekte – unsachliche und unübliche Festlegungen getroffen werden (vgl zB VwGH 28.5.2008, 2007/04/0232; 17.6.2014, 2012/04/0032; 17.6.2014, 2012/04/0034; 26.2.2014, 2011/04/0168, mwN). Eine allfällige Einschränkung des Bieterkreises dadurch, dass unter Umständen nicht alle interessierten Bieter über eine den festgelegten technischen Spezifikationen entsprechende BIM-Software verfügen, ist dabei jedoch grundsätzlich unerheblich (vglEuGH 17.9.2002, Rs C-513/99, Concordia Bus Finland).

Vorgabe einer bestimmten BIM-Software oder eines »Leitprodukts«

Daneben besteht die grundsätzliche Möglichkeit, eine bestimmte BIM-Software oder ein »Leitprodukt« vorzugeben. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass in den technischen Spezifikationen gemäß § 98 Abs 7 BVerG 2018 »nicht [...] auf Marken, Patente, Typen, [...] verwiesen werden, wenn dadurch bestimmte Unternehmer oder bestimmte Produkte begünstigt oder ausgeschlossen werden« darf. Nachdem es für die Umsetzung von BIM-Projekten verschiedene Softwarelösungen gibt, ist die Vorgabe einer konkreten BIM-Software in den technischen Spezifikationen vergaberechtlich daher wohl unzulässig. Ausnahmsweise sind produktspezifische Vorgaben (ohne Gleichwertigkeitszusatz) zulässig, wenn dies »durch den Auftragsgegenstand gerechtfertigt ist« (§ 98 Abs 7 BVerG 2018). In diesem Zusammenhang wurden von der deutschen Rechtsprechung bereits Kriterien entwickelt, unter denen die Vorgabe eines bestimmten Produkts durch den Auftragsgegenstand gerechtfertigt ist, die in Anlehnung an diese Rechtsprechung auch in Österreich bei der Prüfung der Zulässigkeit einer bestimmten BIM-Software herangezogen werden können (vgl OLG Düsseldorf 1.8.2012, VII-Verg 10/12; 27.6.2012, VII-Verg 7/12):

- Die Vorgabe muss sachlich gerechtfertigt sein;
- es müssen nachvollziehbare, objektive und auftragsbezogene Gründe angegeben worden sein, sodass die Bestimmung willkürfrei getroffen wurde;
- diese Gründe müssen auch tatsächlich vorhanden, festzustellen und notfalls erwiesen sein und
- die Vorgabe darf andere Wirtschaftsteilnehmende nicht diskriminieren.

Zusammengefasst sind die Voraussetzungen für die Vorgabe einer spezifischen BIM-Software **sehr eng** auszulegen und werden daher **nur in Ausnahmefällen vorliegen**. Auch die Vorgabe einer konkreten BIM-Software als Leitprodukt (indem dem Produkt der Zusatz »oder gleichwertig« beigefügt wird) ist nur dann ausnahmsweise zulässig, »wenn der Auftragsgegenstand nicht hinreichend genau und allgemein verständlich beschrieben werden kann.« Diese Ausnahme wird bei der Vorgabe einer BIM-Software in der Regel nicht vorliegen. Dennoch stellt die Vorgabe von Leitprodukten – entgegen der strengen vergaberechtlichen Vorgaben – eine gängige Praxis dar und wird vom Bietermarkt weitgehend akzeptiert (zur Anfechtung eines vorgegebenen Leitprodukts siehe aber zB BVA 24.5.2006, N/0025-BVA/04/2006-28).

Erstellung einer BIM-Datei als Teil des Leistungsumfangs

Bei dieser Variante erhält der Auftraggeber als Ergebnis eine BIM-Datei, deren konkrete Anforderungen in der Leistungsbeschreibung funktional beschrieben sind (zB Dateiformat, Beschreibung des Detailgrades). Der Auftragnehmer schuldet hier allerdings nur das Endprodukt. Im Ergebnis führt dies dazu, dass der Auftragnehmer im Projekt selbst nicht zwingend mit BIM arbeiten muss, solange der Auftraggeber am Ende die gewünschte Datei mit den ausgeschriebenen Eigenschaften erhält. Aus vergaberechtlicher Sicht ist auch diese Variante unter Einhaltung der Voraussetzungen für die Vorgabe von BIM als technische Spezifikation in der Leistungsbeschreibung zulässig.

Verbindliche Zurverfügungstellung der BIM-Software durch den Auftraggeber

Als weitere Variante kann der Auftraggeber selbst eine BIM-Software beschaffen und allen Beteiligten zu den gleichen Konditionen zur Verfügung stellen (vgl Marboe und Anderl, 2015). Aus vergaberechtlicher Sicht wird diese Vorgehensweise – durch Einräumung eines Zugangs für die beteiligten Unternehmen – in der Regel zulässig sein, sofern die Grundsätze des Vergabeverfahrens gemäß § 20 BVergG 2018 eingehalten werden. Weiters sprechen die Ausführungen in den Gesetzesmaterialien für diese Ansicht, wonach die Nutzung von BIM »unter Einräumung eines alternativen Zuganges für den Unternehmer« vorgeschrieben werden kann (EBRV 69 BlgNR XXVI. GP 81). Zu hinterfragen ist allerdings die Praxistauglichkeit dieser Variante. Gibt der Auftraggeber eine bestimmte BIM-Software vor, mit der ein Unternehmen keine Erfahrung hat, kann sich dies – durch die erforderliche Einarbeitung des Personals in das neue Programm – kostenerhöhend auswirken bzw würden sich möglicherweise nur Unternehmen bewerben, welche die vorgeschriebene BIM-Software bereits nutzen.

Im gegenständlichen Pilotprojekt wurde folgende Variante gewählt: In der Leistungsbeschreibung wird die Verwendung einer **neutralen Software (ohne Produktbezeichnung)** festgelegt, welche die für BIM typischen technischen Spezifikationen erfüllt (zB Erstellung von mehrdimensionalen Planungsergebnissen, digitale Abbildung der wesentlichen funktionalen Eigenschaften in einem zentralen Datenmodell etc). Generell könnte ein BIM-Projekt in der openBIM- oder der closedBIM-Methodik abgewickelt werden. Bei »openBIM« stellen die Beteiligten eigene Fachmodelle her, welche sodann mittels einer einheitlichen Schnittstelle – in der Regel mittels IFC-Schnittstelle – zu einem gemeinsamen Modell zusammengefügt werden. Dies ermöglicht den Beteiligten den Einsatz unterschiedlicher Softwarelösungen, womit sie in der Wahl ihres Bearbeitungswerkzeuges frei sind. Bei der openBIM-Methodik ist jedenfalls sicherzustellen, dass eine ordnungsgemäße Verwendung der IFC-Schnittstelle gewährleistet ist und drohende Informationsverluste im Zuge des Datenaustauschs während des Planungsprozesses zu 100 % ausgeschlossen werden können (dies

wird bei der »closedBIM«-Methodik vermieden, da hier die Beteiligten eine einheitliche, herstellereigenspezifische Softwarelösung verwenden müssen). Dies ist in der Praxis und aufgrund der in diesem Zusammenhang auftretenden Haftungsfragen nicht unheikel.

Vermeidung von Wettbewerbseinschränkung und Bietergleichbehandlung

Mit der Festlegung von Eignungskriterien bezweckt der Auftraggeber die Überprüfung bestimmter (Mindest-) Fähigkeiten bzw (Mindest-)Kenntnisse der Unternehmen. Grundsätzlich steht dem Auftraggeber zwar die Entscheidung frei, welche Eignungsanforderungen er an die Unternehmen stellt. Sein Ermessen wird allerdings insbesondere durch das **Sachlichkeits- und Verhältnismäßigkeitsgebot** determiniert (vgl Marboe und König, 2018, S. 16). Insbesondere bei Anforderungen zu »innovativen« Methodiken wie BIM kann die Forderung von BIM-bezogenen Referenzprojekten dazu führen, dass sich kein oder wenige Unternehmen am Vergabeverfahren beteiligen (können). Im gegenständlichen Pilotprojekt wurden daher keine BIM-Mindestanforderungen im Hinblick auf die Eignungskriterien festgelegt. Bei der Unternehmensauswahl erhielten aber sehr wohl jene Unternehmen eine bessere Bewertung, die bereits Erfahrung mit BIM-Projekten im Rahmen ihrer Referenzprojekte nachweisen konnten. Darüber hinaus hat der Auftraggeber (insbesondere vor dem Hintergrund der Gewährleistung des freien Wettbewerbs gemäß § 20 BVergG 2018) mit der **Verwendung von gängigen Datenschnittstellen bzw Standards** die Kompatibilität zwischen der vom Auftraggeber verwendeten BIM-Software und jener der Bieter sicherzustellen. Aus diesem Grund wurden im gegenständlichen BIM-Projekt in der Leistungsbeschreibung die Verwendung einer **neutralen Software (ohne Produktbezeichnung)** und die Anwendung der openBIM-Methodik festgelegt, um den Wettbewerb nicht unnötig einzuschränken.

Wahl des geeigneten Vergabeverfahrens

In Österreich sind aktuell (noch) keine umfassenden Standardisierungen von BIM-Leistungsbildern vorhanden (ausgenommen der Leistungsbilder von buildingSMART

Austria). Daher sind derzeit noch bei jedem mittels BIM zu realisierendem Projekt die sich daraus ergebenden projektspezifischen Besonderheiten im Vorfeld vom Auftraggeber festzulegen. Dadurch unterscheidet sich der Leistungsumfang von Projekt zu Projekt.

Das Leistungsmodell »Objektplanung-Architektur + BIM« (Lechner und Heck, 2017) [in der Folge »**LM.OA.BIM**«], welches im Rahmen der vom Institut für Baubetrieb, Bauwirtschaft, Projektentwicklung und Projektmanagement der TU Graz herausgegebenen Leistungsmodelle und Vergütungsmodelle [in der Folge »**LM.VM**«] am 01.12.2017 veröffentlicht wurde, ist österreichweit der erste Schritt in Richtung Standardisierung der Leistungsbilder. Das LM.OA.BIM enthält – ergänzend zum Standard-Leistungsmodell »Objektplanung-Architektur« (Lechner und Heck, 2014) [in der Folge »**LM.OA**«] – BIM-Leistungsbilder für die Objektplanung, welche im Wesentlichen den optionalen Leistungen zu den Leistungsphasen 1 bis 9 zuzuordnen und damit individuell frei vereinbar sind (vgl Lechner und Heck, 2017, S. 4 ff).

Aufgrund der aktuell noch nicht (umfassend) vorhandenen Standardisierung von BIM-Leistungsbildern und der damit einhergehenden Besonderheiten von BIM-Projekten wurde im vorliegenden Pilotprojekt für die Vergabe der Ausführungsleistungen an den GU+ eine Verfahrensart gewählt, die einen möglichst großen Spielraum für Gespräche und Verhandlungen zwischen dem Auftraggeber und den Bietern ermöglicht. Dadurch sollte es insbesondere ermöglicht werden, den erforderlichen Leistungsumfang gemeinsam hinreichend genau festzulegen. Für die Umsetzung von BIM-Projekten im Oberschwellenbereich sind aufgrund des Verhandlungsverbots im offenen und nicht offenen Verfahren gemäß §§ 112 Abs 3 und 113 Abs 2 BVergG 2018 nur das Verhandlungsverfahren mit vorheriger Bekanntmachung (§ 31 Abs 5 BVergG 2018), der wettbewerbliche Dialog (§ 31 Abs 9 BVergG 2018) sowie die (neue) Innovationspartnerschaft (§ 31 Abs 10 BVergG 2018) geeignet. Da es sich bei allen in Frage kommenden Verfahrensarten um Ausnahmeverfahren handelt, ist bei jedem konkreten Projekt zu prüfen, ob eine dieser Verfahrensarten für die BIM-Vergabe zulässig gewählt werden kann. Dabei ist zu beachten, dass die dafür vorgesehenen

Rechtfertigungsgründe restriktiv auszulegen sind und das Vorliegen der Umstände, welche die Inanspruchnahme rechtfertigen, vom Auftraggeber dargelegt werden muss (vgl. EuGH 10.3.1987, Rs C-199/85, Kommission gegen Italien, Rz 14; 18.5.1995, Rs C-57/94, Kommission gegen Italien, Rz 23; 14.9.2004, Rs C-385/02, Kommission gegen Italien, Rz 19; 2.6.2005, Rs C-394/02, Kommission gegen Griechenland, Rz 33; 13.1.2005, Rs C-84/03, Kommission gegen Spanien, Rz 48; 15.10.2009, Rs C-275/08, Kommission gegen Deutschland, Rz 55 f).

Der Anwendungsbereich des Verhandlungsverfahrens mit vorheriger Bekanntmachung wurde durch das BVergG 2018 wesentlich erweitert, weshalb diese Verfahrensart für die Vergabe der Ausführungsleistungen an den GU+ aus nachfolgenden Gründen gewählt werden konnte:

Für **Bauleistungen** wird in zahlreichen Fällen der Ausnahmetatbestand des § 34 Z 1 BVergG 2018 vorliegen, da die *»Bedürfnisse des öffentlichen Auftraggebers nicht ohne Anpassung verfügbarer Lösungen erfüllt werden können«*. § 34 Z 1 BVergG 2018 erfasst jene Sachverhalte, in denen der Auftraggeber nicht in der Lage ist, die Mittel zur Befriedigung seines Bedarfes zu definieren oder zu beurteilen, was der Markt an Lösungen zu bieten hat. Darüber hinaus sind aber auch all jene Fälle umfasst, bei denen der Auftraggeber die Lösungen des Marktes zwar kennt, diese aber für seinen Bedarf optimieren möchte und diese Adaptionen nicht in einem offenen oder nicht offenen Verfahren herbeigeführt werden können (vgl. EBRV 69 BlgNR XXVI. GP 66).

Da bei den gegenständlichen Ausführungsleistungen des GU+ sowohl **die Ausführung als auch die Planung** von Bauleistungen auftragsgegenständlich waren, ist der Rechtfertigungsgrund des § 34 Z 2 BVergG 2018 jedenfalls erfüllt (vgl. die englische Fassung von Art 26 Abs 4 lit a sublit ii VergabeRL *»they include design or innovative solutions«*, welche in diesem Kontext bewusst den Wortlaut von Art 2 Abs 1 Z 6 lit a VergabeRL *»design and execution of works«* aufgreift).

Zusammengefasst ist der Ausnahmetatbestand des § 34 Z 2 BVergG 2018 jedenfalls dann erfüllt, wenn es sich nicht um Normbauten handelt. Es können daher wohl **alle nicht**

standardisierten Leistungen in einem Verhandlungsverfahren mit vorheriger Bekanntmachung oder einem wettbewerblichen Dialog beschafft werden (vgl. EBRV 69 BlgNR XXVI. GP 66; Art 26 Abs 4 VergabeRL; Berger und Zleptnig, 2015, Rz 37).

Zunächst wurde im gegenständlichen Pilotprojekt die Generalplanung mit der Erbringung der Planungsleistungen beauftragt, wobei sich der Leistungsumfang im Wesentlichen an den einschlägigen Leistungsmodellen des Instituts für Baubetrieb, Bauwirtschaft, Projektentwicklung und Projektmanagement der TU Graz orientierte (Bundeskammer der ZiviltechnikerInnen, 2014) und die Teilleistungen Vorentwurf (LPH 2), Entwurf (LPH 3) und Einreichplanung (LPH 4) sowie die Teilleistung Ausführungsplanung (LPH 5) umfasste, soweit diese für die Erstellung der funktionalen Leistungsbeschreibung zur Findung des GU+ erforderlich war. Das Leistungsbild beinhaltete dabei für die Planungsleistungen *»Objektplanung – Architektur«*, *»Tragwerksplanung«* und der *»Technischen Gebäudeausrüstung (TGA)«*, die Gebäudemodellbearbeitung mittels BIM, somit die Erstellung eines *»asPlanned-Models«*.

Mit der Durchführung des *»zweiten«* Vergabeverfahrens erhielt ein GU+ den Zuschlag. Dieser wurde beauftragt, das von der Generalplanung zur Verfügung gestellte BIM-Modell für alle Fachbereiche weiterzuführen. Der GU+ ließ vom Planungsteam ein *»asBuilt-Model«* erstellen, womit eine vollständige Gebäude- und Bauteilerfassung im BIM-Modell erreicht werden konnte. Über die gesamte Planungs- und Errichtungsphase hinweg sollte das Gebäudemodell mit relevanten FM-Daten angereichert werden. Auch die Ausführungsplanung der TGA hatte (optional) im BIM-Modell zu erfolgen, sodass das BIM-Modell in der Folge in ein Computer-Aided-Facility-Management-System (CAFM-System) übergeleitet werden konnte.

4.4 BIM-Leistungsbilder

Zu Projektbeginn wurden in den Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) die Ziele und Anwendungsfälle des BIM-Projekts definiert, aus denen sich in weiterer Folge die Anforderungen an die Modell- und Informationserzeugung ableiten und auch Grundlage für die Festlegungen in den gegenständlichen Ausschreibungen waren (vgl Plattform 4.0, 2018a, S. 2). Aufgrund der Komplexität des Projekts erhielten die Bieter die AIA im Rahmen verschiedener, thematisch strukturierter Dokumente zur Verfügung gestellt. So wurden die technischen Anforderungen (zB zum Projektraum, zu mögliche Dateiformate und erforderlichen Präzisionsgraden des BIM-Modells), die Abwicklung der Organisationsprozesse und die Terminplanung (zB Liefer- und Übergabezeitpunkte) maßgeblich im Rahmen der Leistungsbeschreibung festgelegt (zB der Projektbeschreibung, der Bau- und Ausstattungsbeschreibung, der Raumbücher, der Planungskoordination, den Zeitplänen). Der Einsatz von BIM stellt aber auch erhöhte Anforderungen an die Leistungsbeschreibung sowohl der Generalplanung als auch des GU+ dar.

BIM-Leistungsbilder der Generalplanung

Das im Wesentlichen »klassische« Leistungsbild der Generalplanung gemäß den LM.VM – insbesondere das Leistungsmodell LM.OA – wurde zum einen um die Erstellung eines BIM-Modells (»asPlanned-Modell«) ergänzt, also einem digitalen Modell des zu planenden Gebäudes, welches im Gegensatz zum »asBuilt-Modell« den **Soll-Zustand des Bauwerks vor seiner Errichtung abbildet und dokumentiert** (vgl Borrmann et al., 2015, S. 581). Das »asPlanned-Modell« hatte im gegenständlichen Fall die Generalplanungsleistungen für die Objektplanung-Architektur, Tragwerksplanung und die technische Gebäudeausrüstung zu enthalten. Weiters waren von der Generalplanung jene Leistungen der Ausführungsplanung zu erbringen, welche für die Erstellung der funktionalen Leistungsbeschreibung des GU+ erforderlich waren sowie jene Qualitätssicherungsleistungen während der Ausführungsphase, die für die Abwicklung im Rahmen eines GU+-Modelles erforderlich waren.

BIM-Leistungsbild GU+

Das von der Generalplanung bei der Planung erstellte BIM-Modell (»asPlanned-Modell«) war vom GU+ ab der Ausführungsplanung für alle Fachbereiche weiterzuführen und das Gebäude und die Bauteile in einem »asBuilt-Modell« vollständig zu erfassen. Das »asBuilt-Modell« bildete sodann den ist-Zustand des Bauwerks nach seiner Errichtung ab (vgl Borrmann et al., 2015, S. 581).

Sowohl die Generalplanung als auch der GU+ hatten bei der Erstellung bzw Weiterführung des BIM-Modells zwingend die BIM-Standards gemäß den Bestimmungen der ÖNORM A 6241-2 einzuhalten. Die ÖNORM A 6241-2 regelt in der Baupraxis relevante Fragen der Baudokumentation, basierend auf dem BIM Level 3. Dieser Level bezeichnet einen vollständig integralen, gemeinschaftlichen Prozess der Modellierung eines virtuellen Gebäude-modells, in Übereinstimmung mit der Ausführung für die Datenpflege über den gesamten Lebenszyklus, in einem gemeinsamen zentralen Datenmodell unter Einarbeitung von Sachdaten für weiterführende Informationen, die als zusätzliche Dimensionen beschrieben werden (vgl EBRV 69 Blg NR XXVI. GP 82).

Der GU+ hatte darüber hinaus die Ausführungsplanung nach der ISO 19650-1 fortzuführen. In der Leistungsbeschreibung wurden weitere Anforderungen an das BIM-Modell festgelegt, die beispielsweise den erforderlichen Informationsgehalt und Detaillierungsgrad des Modells beschreiben (sogenannter »Fertigstellungsgrad«), wie zB Level of Information (LOI), Level of Geometry (LOG) etc.

Von Beginn des Projekts an wurde weiters für sämtliche Projektbeteiligte die verpflichtende Kommunikations- und Informationsabwicklung über eine spezifische, vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte – und unter der Administration der Bauherrenbegleitung (BHB) betriebene – Kommunikations- und Dokumentationsplattform festgelegt (sogenannter »Projektraum«). Bei diesem Projektraum handelte es sich um eine internetbasierte Plattform, mit der die Planfreigabe, -prüfung und -verteilung organisiert und die Kommunikation lückenlos nachvollzogen werden

kann. Auf dieser Plattform erfolgten unter anderem auch die Ablage bzw. Versionierung und die Weiterführung des BIM-Modells. Für die erforderlichen BIM-Prozesse wurde

im Projektraum ein eigenes BIM-Modul ergänzt, wodurch auf der Plattform mittels des offenen IFC-Standards über IFC-Dateien kommuniziert werden konnte.

4.5 Zentrale vertragsrechtliche Punkte – BIM-BVB

Gerade für die Erstellung des gewerke- und phasenübergreifenden digitalen Gebäudemodells sind die unterschiedlichen Beteiligten zur umfassenden Zusammenarbeit bzw. Kooperation angehalten. Daher ist es jedenfalls erforderlich, die einzelnen Schnittstellen und wesentlichen BIM-spezifischen Anforderungen vertraglich ausdrücklich zu klären und zu regeln, um diese erforderliche Vernetzung und Abstimmung der einzelnen Projektbeteiligten abzusichern.

Dabei hat sich insbesondere die Erstellung von besonderen Vertragsbedingungen als zielführend erwiesen (sog. BIM-BVB). So können für die einzelnen Beteiligten (insbes. für den Auftraggeber, die planenden und die ausführenden Unternehmen) eigene BIM-BVBs erstellt werden, welche die wesentlichsten vertraglichen Anforderungen an alle mittels BIM abgewickelten Leistungen einheitlich festlegen und konkretisieren (insbes. BIM-Planungs-, BIM-Ausführungs- und BIM-Betriebsleistungen). Die BIM-BVBs sollen daher – neben den »klassischen« Vertragsbestimmungen (Generalplanervertrag, Projektvertrag, AVB, BVB etc) – insbes. die organisatorischen Rahmenbedingungen und Schnittstellen festlegen (zB Rollenverteilung) und die für die Umsetzung von BIM-Projekten spezifisch erforderlichen rechtlichen Themenbereiche holistisch umfassen. Die BIM-BVBs sind somit als ein vertragliches Bindeglied zwischen den einzelnen Projektbeteiligten zu verstehen, welches die Rechte und Pflichten der jeweiligen Beteiligten (Planungs-, Ausführungs- und Betriebsbeteiligte) definiert und durch Terminierung eines Begriffs-, Rollen- und Verantwortungsverständnisses ein einheitliches BIM-Verständnis sicherstellt.

Im Hinblick auf diese Zielsetzung kam es im gegenständlichen Pilotprojekt daher zur einheitlichen Klärung nachfolgender Punkte. Dabei handelte es sich bloß um den Kern-

bereich einer Vielzahl an Fragestellungen (die konkrete Ausgestaltung wäre im Einzelfall anhand der jeweiligen projektspezifischen Anforderungen und Besonderheiten festzulegen):

BIM-Modell:

Im ersten Schritt empfiehlt es sich, das zur Umsetzung gelangende Datenmodell und die einzelnen Planungsprozesse (»openBIM« oder »closedBIM«) sowie allfällige anzuwendende technische Normen (zB ÖNORMEN) festzulegen. Gegenständlich wurde die openBIM-Methodik gewählt.

Begrifflichkeiten (»BIM-Wörterbuch«):

Zur Gewährleistung eines einheitlichen BIM-Verständnisses ist es wichtig, wesentliche BIM-spezifische Begriffsdefinitionen (zB BIM, Auftraggeber-Information-Anforderungen [»AIA«], BPL, BPS, BIM-Projektentwicklungsplan [»BAP«], LOI etc) projektspezifisch zu definieren.

Schnittstellen, Verantwortlichkeiten und Aufgabenbereiche (»Verantwortungsmatrix«):

Um die projektspezifischen Verantwortlichkeiten zu regeln, erfolgte die einheitliche Festlegung einer BIM-Organisationsstruktur mit einer Rollen- und Aufgabenverteilung für die jeweiligen Projektbeteiligten. Eine eigene Schnittstellen- und Verantwortungsmatrix diente dabei der Aufteilung der einzelnen BIM-Leistungspflichten und Aufgaben auf die einzelnen Projektbeteiligten. In diesem Zusammenhang wurden auch der Informationsaustausch sowie die einzelnen Aufsichts- und Prüfpflichten bzw. Qualitäts- und Konfliktchecks zwischen den jeweiligen Projektbeteiligten geregelt.

Eigentum am BIM-Modell und Urheberrecht:

Durch das gemeinschaftliche Zusammenwirken der Projektbeteiligten, welche allesamt zum Entstehen des BIM-Gebäudemodells beitragen, waren auch spezifische urheberrechtliche Fragestellungen mitzubedenken. Nach der herrschenden Ansicht zählen auch BIM-Modelle (sowie entsprechende Pläne, Entwürfe und das danach errichtete Gebäude) zu »Werke der Baukunst« und sind als »eigentümliche geistige Schöpfungen auf den Gebieten der [...] bildenden Künste [...]« (vgl § 1 Abs 1 Urheberrechtsgesetz, BGBl 111/1936 idgF) urheberrechtlich geschützt (vgl Neuwerth, 2018, S. 54; Karasek, 2016, Rz 390). Darüber hinaus wird in den meisten Fällen eine »Miturheberschaft« sämtlicher Beteiligter (zB Architekten, Fachplaner) an dem – als untrennbare Einheit anzusehenden – BIM-Modell begründet (vgl § 11 Abs 1 UrhG; Karasek, 2016, Rz 390; Hömme, 2016, S. 200 f). Im Hinblick auf die Nutzungsrechte am BIM-Modell wird in der österreichischen Rechtsprechung zwar die sogenannte »Zweckübertragungstheorie« vertreten, wonach »[d]er Urheber [...] die Nutzung seines Werks nicht untersagen [kann], wenn er dem Nutzer – ausdrücklich oder schlüssig – ein Werknutzungsrecht [...] oder eine Werknutzungsbewilligung [...] eingeräumt hat. [...] Wird ein Werk im Auftrag eines anderen geschaffen, so wird damit jedenfalls schlüssig das Recht eingeräumt, das Werk zu dem Zweck zu verwenden, zu dem es in Auftrag gegeben wurde« (vgl OGH 19.11.2009, 4 Ob 163/09p mwN; § 24 UrhG). Eine vertragliche Einräumung von Nutzungsrechten (in Form von Werknutzungsrechten bzw einer Werknutzungsbewilligung) zugunsten des Auftraggebers ist jedoch trotzdem empfehlenswert, damit der Auftraggeber Rechtssicherheit für die weitere Nutzung und Bearbeitung des BIM-Modells hat. Aus diesem Grund wurden die Urheberrechte sowie der Umfang der Verwendungs- und Verwertungsrechte im Pilotprojekt auch klar geregelt. Das erforderte insbesondere auch die Festlegung und Unterscheidung von Zugriffs-, Bearbeitungs- und Eigentumsrechten.

Datenverarbeitung und Datenschutz:

Da es sich bei dem BIM-Modell um ein digitales Datenmodell handelt, mussten vertragliche Vorkehrungen zum Datenschutz und der Datensicherheit basierend auf den gesetzlichen Vorgaben getroffen werden (DSGVO, DSGVO etc). Dies betraf neben vertraglichen Festlegungen zur Sicherstellung der Datensicherheit auch Regelungen zur Datenverarbeitung und der Art der Datenspeicherung. In diesem Zusammenhang wurde auch im Vorfeld abgestimmt, welche Projektbeteiligten in welchem Umfang Zugriffs- und/oder Bearbeitungsrechte auf die digitalen BIM-Fachmodelle erhalten sollen bzw müssen, wie die Nutzung der jeweiligen Projektplattform erfolgen soll und in welcher Form Daten bereitzustellen bzw zu übermitteln sind. Ebenso kam es zur Klärung der Frage, ob bzw in welchen Abständen Sicherungskopien zur Vorbeugung eines allfälligen Datenverlusts erstellt werden und welche Projektbeteiligten diese erstellen bzw verwahren dürfen.

Haftung, Gewährleistung und Schadenersatz:

Über die projektspezifisch üblichen haftungsrechtlichen Bestimmungen hinausgehend, ist bei der Umsetzung von BIM-Projekten insbes. die digitale Komponente zu berücksichtigen. Die Haftung bei Fehlern im BIM-Modell ist – mangels gegenteiliger Vereinbarung – derart ausgestaltet, dass jeder Projektbeteiligte für seine eigenen Leistungen und die ihm nachgewiesenen Fehler haftet. Eine gemeinsame Haftung der Beteiligten ist nicht vorgesehen. Es empfiehlt sich daher eine sorgfältige und klar definierte vertragliche Regelung, welche Beteiligten die Verantwortung für welche Leistungsbereiche übernehmen (vgl Boddien, 2016, S. 172 ff mwN). In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass die am BIM-Projekt beteiligten Planenden dem Auftraggeber – im Rahmen des sogenannten »Auswahlverschuldens« – für das Resultat ihrer Arbeit, unabhängig von der konkreten Fehlerursache (zB auch eines Softwarefehlers) haften, wenn sie eine eigene BIM-Software einsetzen. Aus diesem Grund wurde im Pilotprojekt eine Haftung für Hard- und Softwarefehler, eine Haftung für verwendete Daten Dritter sowie den Umgang im Fall von Datendiebstahl und Datenlöschung bei »Cloud-Lösungen« vertraglich festgelegt.

Gesetzliche Prüf- und Warnpflicht:

Aufgrund der den Planenden gemäß § 1168a Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch (Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch [ABGB], JGS 946/1811 idGF) obliegenden gesetzliche Prüf- und Warnpflicht sind bereits erbrachte Vorleistungen vor Leistungserbringung jedenfalls einer Prüfung zu unterziehen (vgl Karasek, 2016, Rz 801). Kommt die Planung diesen Pflichten nicht nach, kann dies den Verlust des Entgeltanspruchs oder Gewährleistungs- bzw Schadenersatzpflichten nach sich ziehen

(vgl Brauneis, 2018, S. 50; Karasek, 2016, Rz 799 ff). Diese Verantwortung trifft beim – im gegenständlichen Pilotprojekt – festgelegten BIM-Abwicklungsmodell («Variante 2»; siehe unter »Festlegung des BIM-Abwicklungsmodells«) in besonderem Umfang den GU+, der die Planungsleistungen der GP im BIM-Modell übernimmt und (aufbauend auf diesen Planungen) das Modell fortführt. Dementsprechend wurden auch im Projektvertrag des GU+ Festlegungen zur umfassenden Prüf- und Warnpflicht aufgenommen.

4.6 Empfehlungen des Rechnungshofs für öffentliche Bauprojekte

Im Herbst 2018 hat der Rechnungshof anhand der Prüfung von 55 Bauprojekten Empfehlungen für öffentliche Bauprojekte ausgesprochen. Damit gab er den öffentlichen Auftraggeber Instrumente in die Hand, um Kosten, Qualität und Termine bei Bauvorhaben bestmöglich steuern zu können und interne Prozesse zu verbessern (vgl Rechnungshof Österreich, 2018).

Dabei hat der Rechnungshof vor allem die Projektorganisation (dh die Aufbau- und Ablauforganisation) als auch das Know-how der öffentlichen Auftraggeber geprüft, um zu beurteilen, ob die öffentliche Hand Bauprojekte wirtschaftlich, sparsam und zweckmäßig umsetzt. Im Hinblick auf die **Nutzereinbindung** wird es vom Rechnungshof für zielführend erachtet, dass Auftraggeberentscheidungen rasch zu Projektbeginn getroffen werden, was vor allem die **rechtzeitige Einbindung der (künftigen) Nutzer bedingt**. Darüber hinaus sollen sämtliche Anforderungen von Dritten sowie allfällige Genehmigungen bei den zuständigen Organen (wie zB Aufsichtsbehörden) rechtzeitig eingeholt werden. Zusätzlich ist es empfehlenswert, festzulegen, dass Anforderungen (insbesondere von Nutzern) nur bis zu einem bestimmten Zeitpunkt – spätestens in der Planungsphase – in das Projekt integriert und spätere Änderungen (insbesondere seitens Auftraggeber oder Nutzer/in) nicht mehr berücksichtigt werden können (vgl Rechnungshof Österreich, 2018, S. 11). Diese Empfehlung lässt sich bei **BIM-Projekten sehr gut umsetzen**, da bereits zu Projektbeginn die Ziele und Anwendungs-

fälle des BIM-Projekts in den AIA definiert wurden, aus denen sich in weiterer Folge die Anforderungen an die Modell- und Informationserzeugung ableiten. Die AIA dienten als Grundlage für die Festlegungen in den gegenständlichen Ausschreibungen.

Betreffend der **Kosten- und Terminplanung** sollen die Leistungen dieser sowie der Kostenkontrolle, -verfolgung und -steuerung in den jeweiligen Leistungsbildern der externen Konsulenten für sämtliche Projektphasen abgestimmt und abgegrenzt werden, um Leistungen nicht doppelt oder gar nicht zu erfassen (vgl Rechnungshof Österreich, 2018, S. 39). Im gegenständlichen Pilotprojekt wurden bereits zu Beginn die **jeweiligen Verantwortlichkeiten klar festgelegt und definiert** («**Verantwortungsmatrix**»). Dabei oblag der Generalplanung die Hauptverantwortung für die Einhaltung der Kostenvorgaben und die einzelnen »Meilensteine« waren im Projekt für die jeweiligen Projektbeteiligten entsprechend pönalisiert, um allfällige Projektverzögerungen bestmöglich zu vermeiden.

Im Hinblick auf die Kostenplanung wird insbesondere empfohlen, dass für die **Kostenkontrolle und -verfolgung einheitliche Begrifflichkeiten und eine geeignete Gliederung der Kostenbestandteile** mit Projektbeginn definiert werden, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten und Fehlinterpretationen zu vermeiden. Darüber hinaus ist es empfehlenswert, die Kostenermittlung laufend dem Projektfortschritt entsprechend zu aktualisieren (vgl Rech-

nungshof Österreich, 2018, S. 42). Im gegenständlichen Projekt wurden im Leistungsbild der Generalplanung entsprechend Vorkehrungen zur Kostenkontrolle und -verfolgung getroffen.

In Bezug auf die gewählte **Vergabestrategie** soll ebenso bereits vor Projektbeginn – aufbauend auf der Einschätzung der Ressourcen und des vorhandenen Know-hows des Auftraggebers – eine Entscheidung über die Art der Projektrealisierung getroffen werden. Gerade diese Entscheidung soll durch interne Vergaberichtlinien begleitet werden, damit eine einheitliche Vorgehensweise bei der Vergabe von Aufträgen sichergestellt werden kann. Dabei soll der Beschaffungsprozess derart geregelt werden, dass daraus Ablauf, Zuständigkeit und Prüfinhalte ersichtlich sind. Insbesondere soll speziell im weniger determinierten Bereich der Direktvergabe die Verpflichtung der Einholung von Vergleichsangeboten eingeführt werden, um die Grundsätze der Sparsamkeit und Wirtschaftlichkeit zu beachten (vgl Rechnungshof Österreich, 2018, S. 48). Im Bereich der Umsetzung von BIM-Projekten ist es essentiell, dass bereits vor Projektbeginn die Wahl der BIM-Methodik und die damit verbundene Vergabestrategie verbindlich festgelegt werden.

Die Digitalisierung im Bauprozess betreffend hinkt aus Sicht des Rechnungshofs die Bauwirtschaft dem Trend der digitalen Dokumentation und Simulation hinterher. **Daher sind die öffentlichen Auftraggeber angehalten, die Entwicklung zur Industrie 4.0 proaktiv mitzugestalten.** Dabei spricht sich der Rechnungshof klar dafür aus, dass es die rechtzeitige Befassung mit diesen technologischen Entwicklungen und die regelmäßige Evaluierung die Vorteile braucht (wie zB Zeitersparnis durch schnellen Zugriff auf aktuelle Daten, kurze Kommunikationswege oder nachvollziehbare Entscheidungsfindung), um diese auf ihre Realisierbarkeit hin bewerten zu können (vgl Rechnungshof Österreich, 2018, S. 70). Das gegenständliche BIM-Pilotprojekt hatte es sich unter anderem zum Ziel gesetzt, mögliche Einsparungspotenziale und Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung zu erforschen und aufzuzeigen. Darüber hinaus ist die **Umsetzung von Bauprojekten mittels BIM-Methodik ein zentraler Schritt in Richtung Industrie 4.0.**

Abschließend hält der Rechnungshof fest, dass der Auftraggeber nicht delegierbare Auftraggeberaufgaben selbst wahrzunehmen hat, weshalb auch der Auftraggeber über das entsprechende Know-how zur Umsetzung von Bauprojekten verfügen muss. Planung, Fachplanung, Örtliche Bauaufsicht, Projektsteuerung, Begleitende Kontrolle und die ausführenden Unternehmen können den Auftraggeber bei der Erreichung seines Ziels nur unterstützen. Gerade im Hinblick auf die Plausibilisierung von technischen Ausführungsvarianten ist entsprechendes Know-how erforderlich, um rasch und nach den Kriterien der Wirtschaftlichkeit, Sparsamkeit und Zweckmäßigkeit die Auftraggeberentscheidungen treffen zu können (vgl Rechnungshof Österreich, 2018, S. 71). **Der gegenständliche Bericht folgt dieser Aufforderung und soll dazu beitragen, auf Auftraggeberseite das Wissen zur effizienten Umsetzung von Bauprojekten mittels BIM-Methodik zu stärken.**

5

Digitale Transformation der Baubehörde

Autorin und Autoren:

Harald Urban (TU Wien), Tina Kruschmann (ODE), Christian Schranz (TU Wien)

Editiert von den Herausgebern

Digitalisierung der Baubranche wird als die 4. Industrielle Revolution bezeichnet (analog zu Industrie 4.0). Kernelement der Digitalisierung im Bauwesen ist das openBIM-Modell. Das openBIM-Modell als zentrale Stelle der Bauwerksdaten und -informationen weist vielfältige Potenziale für den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks auf. In zahlreichen Bauprojekten wird bereits mit

der openBIM-Methodik gearbeitet. Die Baueinreichung spielt jedoch derzeit im BIM-Projektzyklus kaum eine Rolle. Vielmehr stellt die derzeitige Einreichung für BIM-Planer einen Mehraufwand dar, da aus den Modellen wieder konventionelle 2D-Pläne generiert und spezifiziert ange-reichert werden müssen. Dies ist ein massiver Medienbruch.

5.1 Stufen des derzeitigen Genehmigungsprozess

In Österreich ist das Baubewilligungsverfahren dem jeweiligen Bundesland zugeordnet und aktuell sind solche Ansuchen an die Papierform gebunden. Baugesuche werden von den betroffenen Gemeinden anhand kommunaler Gesetze beurteilt. Verallgemeinert dargestellt lässt sich der Prozess in fünf Schritte gliedern.

1. Vorprüfung:

Die Vorprüfung beginnt mit Einreichen des Bauansuchens. Es wird geprüft, ob alle benötigten Unterlagen vorliegen. Ist dies nicht der Fall, kommt es zu einer temporären Sistierung des Gesuchs.

2. Publikation und Veröffentlichung:

Das eigentliche Baubewilligungsverfahren wird mit der Veröffentlichung des Bauvorhabens, der amtlichen Publikation eingeleitet. Nun startet auch die öffentliche Auflage und somit die Einspruchsfrist von berechtigten Personen. Dazu zählen in erster Linie Nachbar/inne/n.

3. Materielle Beurteilung des Gesuchs:

Bei der materiellen Prüfung des Gesuchs werden planungsseitige, bautechnische und umweltrechtliche Aspekte sowie allfällige Einsprüche untersucht. Wie lange dies dauert, hängt von der Nutzung, Größe und Komplexität des Projekts ab.

4. Erteilung der Baubewilligung:

Entspricht das Baugesuch den lokalen Bauvorschriften, wird die Baubewilligung erteilt. Dabei kann es zu Auflagen kommen. Diese können je nach Projekt unterschiedlich sein.

5. Einspruchsfrist:

Gegen diese Auflagen kann der/die Antragsteller/in Einspruch erheben. Erst wenn alle Einsprüche beigelegt sind, ist die Baubewilligung rechtskräftig.

5.2 Status Quo zur digitalen Baubehörde

Noch weitgehend ungenutzt sind die Vorteile der Digitalisierung – der openBIM-Methodik im speziellen – im Baubewilligungsverfahren. Jedoch starten immer mehr Verwaltungen Digitalisierungsoffensiven und setzen auf ein Digitales Amt (vgl. Stadt Wien, 2020a; BMDW, 2019; Kruse und Högbe, 2020; Bundesregierung Deutschland, 2019). Internationale Beispiele in unterschiedli-

cher Detailtiefe hierfür sind unter anderem Singapur und Großbritannien. In ihrer Dissertation „Modernisierungsszenarien des Baubewilligungsverfahrens unter Berücksichtigung neuer technologischer Hilfsmittel“ (vgl. Fiedler, 2015) stellte Nina Fiedler fest, dass in Singapur (wo der Prozess der digitalen Einreichung und Genehmigung mittels BIM seit mehr als 15 Jahren realisiert ist) vergleichba-

re Baubewilligungsverfahren 26 Tage dauern, während in Deutschland 96 Tage benötigt werden und in Österreich sogar 192 Tage. In Singapur gibt es seit 2004 die Pflicht, Bauunterlagen für öffentliche Bauvorhaben über eine Web-Plattform elektronisch einzureichen. Dabei müssen digitale Bauwerksmodelle aktuell noch in Herstellerformaten (bspw. Archicad oder Revit) übergeben werden. Sie werden anschließend automatisiert auf die Einhaltung bestimmter Normen und Vorgaben, zB Brandschutz, geprüft. In Singapur ist derzeit die Informationsübergabe auf Grundlage IFC ein Pilotprojekt.

Die baurechtliche Situation in Singapur und Großbritannien weicht jedoch von jener des deutschsprachigen Raums ab. Da im baubehördlichen Verfahren in größeren Kommunen oft unterschiedliche Abteilungen involviert sind, ist die Digitalisierung des Bauverfahrens aufwändiger. Dies trifft auch auf die Baubehörde beziehungsweise auf baubehördliche Genehmigungsverfahren zu (vgl Klein, 2019). In Österreich gibt es verschiedene Projekte, die Baubehörde bzw das Genehmigungsverfahren digital zu transformieren. Die Herausforderungen liegen einerseits bei der technischen Entwicklung der Software und andererseits bei den rechtlichen Rahmenbedingungen der einzelnen Kommunen. Die Stadt Wien entwickelte zB eine Plattform für die »Digitale Baueinreichung« (vgl Stadt Wien, 2020b). Auf diese Plattform können Bauwerber/innen und Planende zugreifen, Verfahrensarten eingrenzen und Einreichunterlagen hochladen. Aufgrund rechtlicher Rahmenbedingung muss jedoch derzeit noch eine Planparie in gedruckter Form der Behörde übermittelt werden. Die Stadt Wien geht nun in dem europäischen Pilotprojekt »BRISE-Vienna« (vgl Stadt Wien 2020c; Kruschmann et al., 2020) einen Schritt weiter und möchte

das Genehmigungsverfahren in den gesamten BIM-Projektzyklus miteinbinden. Die EU fördert dieses Pilotprojekt über deren Förderschiene UIA – Urban Innovation Actions. Im interdisziplinären Forschungsteam wirken alle betroffenen Magistratsabteilungen der Stadt Wien, das Zentrum Digitaler Bauprozess der TU Wien, das auf BIM spezialisierte Büro tbw-ODE und die Ziviltechnikerkammer für Wien, Niederösterreich und Burgenland mit. Ziele des Pilotprojekts sind

- Analyse und Bestimmung der Informationen, welche im BIM-Modell für eine möglichst ganzheitliche baubehördliche Überprüfung vorhanden sein müssen,
- Entwicklung von Prüfroutinen für die automatische Überprüfung von openBIM-Modellen,
- Anwendungsanalyse für den Einsatz von Augmented Reality im baubehördlichen Verfahren,
- Entwicklung von Einsatzszenarien von Künstlicher Intelligenz (KI) für die Analyse textlicher Baubestimmungen sowie
- Analyse der Prozessschritte des baubehördlichen Genehmigungsverfahrens.

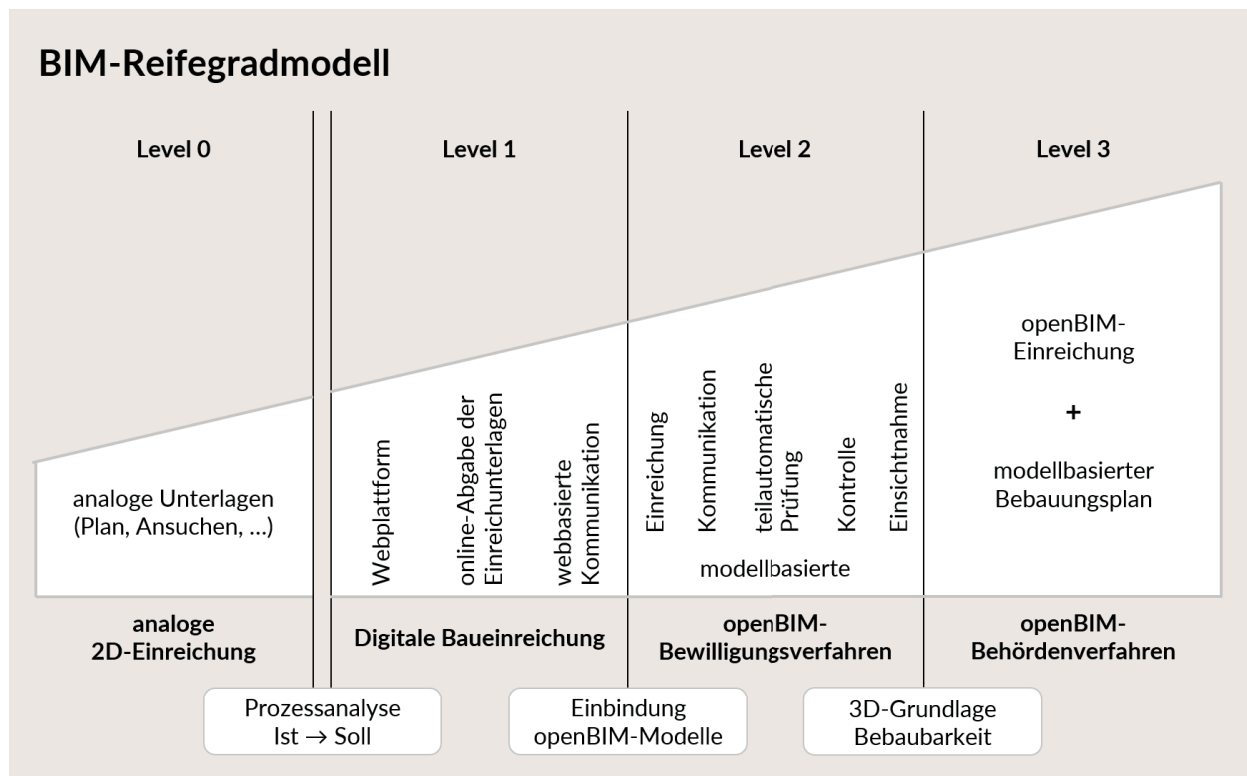
In Zukunft sollen openBIM-Modelle eingereicht werden und diese dann

- modellbasiert teilautomatisch geprüft,
- modellbasiert kontrolliert,
- modellbasiert kommuniziert,
- modellbasiert Einsicht genommen und
- schlussendlich modellbasiert genehmigt werden.

5.3 Reifegradmodell für digitales Bewilligungsverfahren

Auf Basis der Forschungsprojekte »Digitale Baueinreichung« und »BRISE-Vienna« entwickelten die Autorin und Autoren in Anlehnung an die ISO 19650 das im folgenden Bild dargestellte Reifegradmodell für Bewilligungsverfahren. Der Reifegrad der Kommunen reicht dabei von Level

0 bis Level 3. Die derzeitige Ausgangslage bei vielen Kommunen ist Level 0. Einreichunterlagen werden in ausgedruckter Form eingereicht und manuell von der/vom jeweiligen Sachverständigen gesichtet, eingegeben (ELAK) und kontrolliert. Die Kommunikation erfolgt über E-Mail-



service oder per Brief. Das Erreichen von Level 1 setzt eine Ist-Prozessanalyse und anschließend eine Soll-Prozessermittlung voraus. Diese Soll-Ist-Prozessevaluierung definiert notwendige technische (Kollaboration-Webplattform) und gesetzliche Entwicklungen. Dieser Schritt ist entscheidend, da es nicht sinnvoll ist, nur bestehende Prozesse zu digitalisieren. Der Einsatz neuer digitaler Tools (BIM, Drohne, AI, AR, ...) im Behördenverfahren verlangt neu durchdachte Prozesse. Daher ist es erforderlich, die IST-Prozesse aufzunehmen, zu analysieren und an-

schließend digital entsprechend der Technologie neu zu denken und anzupassen. Level 2 wird durch modellbasierte Einreichung (Bauantragsmodell) und teilautomatische Prüfung erreicht. Die rechtlichen Grundlagen (Flächenwidmungsplan und Bebauungsplan) liegen dabei noch als 2D-Pläne vor. In Level 3 sind die erlaubte Bebaubarkeit ebenfalls dreidimensional dargestellt, wodurch wesentlich mehr nachbarschaftsrechtliche Fragestellungen automatisiert geprüft werden können.

5.4 Vorteile eines openBIM-Bewilligungsverfahrens

Die Entwicklung des openBIM-Bewilligungsverfahrens bringt viele Vorteile (vgl. Kruschmann et al., 2020) für alle Beteiligte im Projekt:

- Der Wegfall von zeitintensiven Routineprüfungen der Baubehörde ermöglicht die freigewordenen Kapazitäten für die rechtlich aufwendigeren Prü-

fungspunkte zu konzentrieren. Dies beschleunigt und verbessert die Qualität des Bewilligungsverfahrens.

- Ein BIM-Bewilligungsverfahren kann ausschließlich mittels eines offenen Formats erfolgen, wodurch der Einsatz von openBIM stark gefördert wird. Dies stärkt wiederum kleinere und mittlere

Planungsbüros, die auf die schon verwendete Modellierungssoftware setzen können und nicht eine neue Software für ein neues Projekt anschaffen müssen.

- Die Planungsbüros erhalten durch die bautechnische BIM-Prüfung (auch vor Bauantragsstellung) eine automatische, grundlegende Qualitätsprüfung, die jederzeit durchgeführt werden kann. Dies reduziert Behördenwege, verbessert die Bauantragsmodell-(BAM)-Qualität und beschleunigt infolge des Bauantragsverfahrens. In der Praxis könnten die Planungsbüros die Prüfung ebenfalls für Schulungszwecke ihres Personals einsetzen.
- Es ergibt sich eine erhöhte Transparenz des Behördenverfahrens.

Als größten Vorteil sehen die Autorin und die Autoren:

- Die Auftraggeber-Informationen-Anforderungen (AIA) von Projekten und den damit verbundenen Anforderungen an LOG und LOI sind sehr unter-

schiedlich. Ein openBIM-Bewilligungsverfahren schafft einen projektunabhängigen allgemeinen Standard – einen Art Qualitätssiegel –, da das bewilligte BIM-Modell klare Anforderungen an LOG und LOI erfüllen muss.

Bauwerbende und nachkommende Unternehmen (zB ausführende Unternehmen für die Kalkulation) können daher das BIM-Modell besser in ihren BIM-Anwendungen implementieren, da die Informationen bereits standardisiert abgelegt und geprüft sind. Ein openBIM-Bewilligungsverfahren wird daher einen wesentlichen Beitrag leisten, die Vorteile von BIM noch besser und weitreichender zu nutzen sowie mehr Planungsbüros vor dem und im Bauantragsverfahren zu unterstützen. Baubehörden und -verwaltungen profitieren ebenso von den an die openBIM-Einreichungen geforderten Standards. Damit erreicht die Planung in BIM ein neues Level und die Nutzung von BIM wird um einen gewichtigen Aspekt erweitert.

5.5 Konkrete Umsetzung für die Gemeinde Irdning

Aufgrund der unterschiedlichen Verwaltungsstrukturen zwischen größeren und kleineren Gemeinden (und damit den zur Verfügung stehenden Mitteln) ist die Digitalisierung auch unterschiedlich stark in den einzelnen Baubehörden fortgeschritten. Einige Digitalisierungsmaßnahmen werden bereits von Pionierverwaltungen in Österreich in Pilotprojekten getestet bzw angewendet. Die Stadt Wien befindet sich in der operativen Umsetzung im Reifegrad Level 1 und bei der Forschung mit dem Projekt »BRISE-Vienna« beim Reifegrad Level 2. Kleinere und mittlere Gemeinden haben aufgrund ihrer Ressourcen nicht die Möglichkeit, digitale Lösungen einfach zu evaluieren. Aber gerade in kleinen und mittleren Gemeinden wird ein erheblicher Anteil der Baueinreichungen abgewickelt. Die generelle und direkte Übernahme der Erkenntnisse und Lösungen aus größeren Gemeinden ist nicht zielführend, da größere Gemeinden andere rechtliche und organisatorische Grundlagen aufweisen

als kleinere Gemeinden. Das BIM-Pilotprojekt Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein bietet nun die Möglichkeit, ein BIM-Pilotprojekt in kleinere Gemeinden wie Irdning durchzuführen. Irdning ist gemäß Reifegradmodell wahrscheinlich noch auf Level 0. Die erste Maßnahme ist daher die Evaluierung des Soll-Ist-Prozesses für kleinere Gemeinden am Beispiel von Irdning.

Level 1: Soll-Ist-Prozess

Ein Kernthema der Prozessanalyse ist der zukünftige Einsatz von BIM im Behördenverfahren. Die Analyse muss aber alle wesentlichen digitalen Entwicklungen berücksichtigen (AI, Remotesystem, Digi.Lean etc). Die Erarbeitung der Soll-Ist-Prozesse erfolgt in 4 Stufen. Die Autorin und die Autoren empfehlen, weitere Gemeinden in den Entwicklungsprozess mit einzubinden.

Stufe 1: Tätigkeits- und Prozessaufnahme der Baubehörde

In der ersten Stufe erfolgt die Erfassung der Ist-Prozesse. Zur Erfassung der Prozesse (u.a. Planungs- und Bauprozesse) und Aufgaben der Baubehörden dienen v.a. Interviews und begleitende Aufnahmen an den ausgewählten Gemeinden. Es sollen sämtliche Prozesse erfasst werden: Planungs- und Bauprozesse, Genehmigungsverfahren, Bürgerservice-/ Beratungsleistungen, Straßenverwaltung etc. Die Darstellung der Prozesse und Arbeitsschritte kann beispielsweise mittels BPMN erfolgen.

Stufe 2: Prozessanalyse

Grundlage bilden die in der Stufe 1 erstellten Arbeitsabläufe (inkl. Formular, Hilfsmitteln). Die IST-Prozesse und Arbeitsabläufe werden in Hinblick auf mögliche Digitalisierungsmaßnahmen untersucht. Ein Vergleich mit den Digitalisierungsmaßnahmen von Pionierverwaltungen in Österreich unterstützt diese Analyse. In diesem Schritt erfolgt auch die Erhebung vorhandener und bereits zum Einsatz kommender Digitalisierungstools (Software etc). Folgende Punkte sollen herausgearbeitet werden:

- Bestimmung der zu beachtenden gesetzlichen Rahmenbedingungen (zB Datenschutzgrundverordnung, Digitale Signatur, Bundesvergabegesetz)
- Identifikation relevanter Entscheidungs- und Fachstrukturen sowie (rechtsverbindlicher) Vorgänge bei baubehördlichen Verwaltungsaufgaben
- Schnittstellen zu anderen Behörden
- Beschreibung der bereits verwendeten digitalen Tools und deren Effizienzpotenzials
- Digitalisierungspotenzial der Prozesse (zB Digitale Dokumentation bei der Straßenverwaltung)

Stufe 3: Bewertung des Innovations- und Effizienzpotenzials

Die Prozessanalyse in Stufe 2 betrachtet die IST-Prozesse, listet bereits verwendete digitale Tools auf und bewertet diese auf ihre Effizienzpotenziale. Stufe 3 untersucht neue Technologien (als Blick in die Zukunft) im Bereich Bauwesen sowie IT auf ihre Anwendungsmöglichkeiten und ihr Effizienzpotenzial in einer »digitalen Baubehörde«. Es erfolgt dabei auch eine Identifizierung von möglichen Innovationshemmnissen. Die in Stufe 2 und Stufe 3 erfassten digitalen Technologien werden abschließend nach Anwendungsmöglichkeit, Relevanz (Innovationsgehalt), Umsetzungsgrad und möglicher Innovationshemmnisse geclustert (Matrix). Damit können mögliche Chancen und Herausforderungen dargestellt werden.

Stufe 4: Vision Baubehörde 4.0 (Soll-Prozess) und Handlungsempfehlungen

Diese Stufe erarbeitet aufbauend auf der zuvor erstellten Clusterung eine ganzheitliche Vision. Die Visions-Prozesse werden in BPMN grafisch dargestellt. Dies bedingt auch die Definition der Ebenen, Zuständigkeiten und Aufgabenbereiche der digitalen Baubehörde sowie der Identifikation des Innovationsgehalts und der strukturellen Anforderungen, Chancen und Herausforderungen auf Ebene des konkreten Verwaltungshandelns. Auf Basis der Ist- (Stufe 1 und 2) und Soll-Prozesse (Stufe 3 und 4) werden abschließend die Handlungsempfehlungen zusammengefasst, um die Vision einer Baubehörde 4.0 zu erreichen. Die Handlungsempfehlungen inkludieren auch folgende Themen:

- Rechtliche Anforderung
- Anforderungen an die Organisationsstruktur
- Anforderungen an die Zusammenarbeit innerhalb der Gemeinde und zwischen den Gemeinden (gemeinsame Datenbank, Kommunikationsplattform)
- Anforderungen an die Schulung des Personals

Level 2: Pilotprojekte – modellbasierte teilautomatische Prüfung

Irdning hat mit dem nun bestehenden BIM-Modell des Bio-Instituts Raumberg-Gumpenstein die Möglichkeit, bestimmte Elemente des openBIM-Bewilligungsverfahrens pilotmäßig zu testen. Der Aufwand für eine komplette Entwicklung des Level 2 openBIM-Bewilligungsverfahrens ist für kleine Gemeinden sehr hoch und sollte in Kooperation mit Expert/innen erfolgen, die bereits Erfahrung mit openBIM-Bewilligungsverfahren haben. Einzelne Elemente, wie die teilautomatische Modellprüfung, können aber bereits anhand des BIM-Pilotprojektes getestet und evaluiert werden. Die Autorin und die Autoren sehen für die konkreten Fall der Gemeinde Irdning zwei Varianten, wobei Variante 1 präferiert wird:

Variante 1:

Kooperation mit Expert/innen mit Erfahrung in openBIM-Bewilligungsverfahren. Mit bestimmten fertigprogrammierten bautechnischen Prüfregelsätzen (zB OIB-Richtlinie) könnten erste Pilottestläufe durchgeführt werden.

Variante 2:

Entwicklung eigener bautechnischer Regelsätze in Prüfsoftwares und versuchsmäßige Durchführung.

6

BIM und die »klimaaktiv«-Zertifizierung

Autoren:

ATP sustain GmbH

Editiert von den Herausgebern

Der »klimaaktiv«-Gebäudestandard ist österreichweit das bekannteste Bewertungssystem für die Nachhaltigkeit von Gebäuden mit besonderem Fokus auf Energieeffizienz, Klimaschutz und Ressourceneffizienz. Gebäude in »klimaaktiv«-Qualität garantieren die Einhaltung hochwertiger Standards. Da das Erreichen des »klimaaktiv«-Gebäudestandards ein hohes Maß an Dokumentation erfordert, können hier BIM-Modelle einen wertvollen Beitrag leisten, da in diesen Modellen zahlreiche Daten und Informationen bereits in digitaler Form vorliegen, die direkt als Nachweis verwendet werden können oder als Datengrundlage für weitere Berechnungen dienen können. Der Ansatz, erforderliche Daten (zB für Ökobilanz oder Lebenszykluskosten) direkt aus dem BIM-Modell zu extrahieren, bietet zahlreiche Vorteile, wie zB einen reduzierten Kosten- und Zeitaufwand. Insbesondere Variantenvergleiche und Änderungen in der Planung können so vereinfacht werden. Um das BIM-Modell zur Nachweisführung voll nutzen zu können, ist es notwendig, dass außer den Abmessungen eines Bauteils auch zusätzliche Informationen hinterlegt werden. Diese mehrschichtigen Informationen beinhalten beispielsweise Angaben zu Material, FCKW-Freiheit, Lösemittelgehalt oder Materialkosten.

Am Beispiel baubook Vorarlberg hinterlegte bauökologische Kennwerte für Hanfdämmstoffe.

Die Festlegung des Auftraggebers auf eine Zertifizierung des Gebäudes nach »klimaaktiv« führt zur Frage, welche Daten die Methodik BIM liefern kann – oder genauer gesagt, welche Daten der Auftraggeber von den Errichtern einfordern muss, um

- belastbare Daten im Modell zu haben,
- die Daten für das Ausfüllen der Steckbriefe von »klimaaktiv« zu nutzen und
- im Betrieb Ökobilanzen zu erstellen.

Dieser Anwendungsfall geht in die sechste Modelldimension, denn es werden Informationen zu Nachhaltigkeit und Effizienz abgefragt. Dies ermöglicht den Projektbeteiligten, neben der Zeit (vierte Dimension) und den Kosten (fünfte Dimension) auch die Ziele in Bezug auf Nachhaltigkeit und Effizienz (sechste Dimension) zu überwachen. Die stetige Zunahme von Treibhausgasen in der Atmosphäre führt dazu, dass die Ökobilanzdaten im Baubereich an Bedeutung gewinnen. Die rasante Entwicklung von BIM und neuen Technologien unterstützt die Erstellung und den Zugriff auf diese Daten. Auf weite Sicht steht die Frage im Zentrum, wie man Ökobilanzdaten und eventuell auch die graue Energie am einfachsten in die BIM-Methodik integrieren wird können. Einerseits sind aktuell viele Elemente, die für die Nachhaltigkeit allgemein von Interesse sind, nicht im BIM-Modell enthalten (weder grafisch noch alphanumerisch). Das gilt zB für Sesselleisten, Silikon, Malerfarbe, Ausgleichsmasse etc. Andererseits sind in den einschlägigen Produktdatenbanken in Österreich wenig Herstellerangaben vorhanden. Folgende Abbildungen zeigen am Beispiel Baubook Vorarlberg hinterlegte bauökologische Kennwerte für Hanfdämmstoffe.

Aus der Schweiz sind zB für Holz folgende Daten aktuell abzurufen (<https://ch.buildup.group/product/5911c347-75a1-49d5-bcdc-104c0bc54aae/view>)

Ökologische Eigenschaften

Bauökologische Kennwerte
Herstellungsphase (A1 - A3 gemäß EN 15804)

| | Tats. Wert | Richtw. | |
|--|---------------------|---------|----------------------------|
| PERE Erneuerbare Primärenergie, als Energieträger: | keine Angabe | 1,34 | MJ/kg |
| PERM Erneuerbare Primärenergie, als Rohstoff: | keine Angabe | 13,7 | MJ/kg |
| PERT Erneuerbare Primärenergie, total: | keine Angabe | 15,1 | MJ/kg |
| PENRE Nicht erneuerbare Primärenergie, als Energieträger: | keine Angabe | 26,1 | MJ/kg |
| PENRM Nicht erneuerbare Primärenergie, als Rohstoff: | keine Angabe | 2,61 | MJ/kg |
| PENRT Nicht erneuerbare Primärenergie, total: | keine Angabe | 28,7 | MJ/kg |
| GWP100 Prozess Globales Erwärmungspotential: | keine Angabe | 1,43 | kg CO ₂ equ./kg |
| GWP100 C-Gehalt Globales Erwärmungspotential: | keine Angabe | 1,35 | kg CO ₂ equ./kg |
| GWP100 Summe Globales Erwärmungspotential: | keine Angabe | 0,0774 | kg CO ₂ equ./kg |
| AP Versauerungspotential von Boden und Wasser: | keine Angabe | 0,00474 | kg SO ₂ equ./kg |

6.1 Grundlagenarbeit

buildingSMART Austria hatte mit der Firma ATP sustain GmbH (Gebäudezertifizierer für DGNB, Bream, Leed und »klimaaktiv«) eine Vereinbarung abgeschlossen, um für die GU-Ausschreibung an Materialbeispielen bauökologische Daten vom GU für das BIM Nachhaltigkeitsmodell einzufordern. Aktuell beruhen solche EPD-Daten (environmental product declaration) auf dem Prinzip der Freiwilligkeit. Die für die GU-Ausschreibung zuständige Kanzlei fand eine spezielle Formulierung für die Materialbeispiele, damit der Auftraggeber vom GU belastbare Daten im asBuilt-Modell erhält.

buildingSMART Austria untersuchte, welche Informationen bzw Parameter im BIM-Modell hinterlegt sein müssen, um die Deklaration von Bildungsbauten nach »klimaaktiv« zu vereinfachen. Hierfür wurde eine Matrix erstellt (siehe Kapitelende) in der alle »klimaaktiv«-Kriterien gelistet sind. Diese Kriterien wurden in drei verschiedene Gruppen unterteilt:

- Kriterien, bei denen die Nachweise nur über BIM-Daten erbracht werden können (zB Anzahl der Fahrradabstellplätze).
- Kriterien, bei denen BIM-Daten als Grundlage für weitere Berechnungen verwendet werden können, die zur Nachweisführung benötigt werden (zB Energieausweis).
- Kriterien, bei denen BIM-Daten nicht zur Nachweisführung herangezogen werden können (zB Luftdichtheitsmessung), jedoch können die Nachweise mit dem Modell zur Dokumentation verknüpft werden.

In einem zweiten Schritt wurden den Kriterien die Art der benötigten Daten sowie die Leistungsphase, in der diese benötigt werden, zugeteilt. Dabei werden drei verschiedene Datentypen unterschieden:

- Alphanumerische Daten (zB Stellplatzanzahl)
- Grafische/geometrische Daten (zB Wandflächen)
- Dokumente (zB Produktdatenblätter)

Auf Kriterien, bei denen die Nachweise nur über BIM-Daten erbracht werden können, wird im Abschnitt 6.3 näher eingegangen. In diesem Abschnitt werden die Anforderungen der einzelnen Kriterien, Punktvergabe, benötigte Nachweise und Dokumentation sowie die Anforderungen an das BIM-Modell im Detail erklärt.

Die vorliegende Ausarbeitung dient dazu, Parameter und Dokumente aufzuzeigen, die in den verschiedenen Planungsphasen benötigt werden, sowie die benötigten Daten, die direkt aus dem BIM-Modell übertragen werden können, zu dokumentieren. Damit kann der Nachweisprozess bei einer »klimaaktiv«-Deklaration vereinfacht werden. Es ist nicht Ziel dieses Abschnitts, eine Methode zu entwickeln, Punkte oder erreichte Gebäudestandards direkt zu berechnen. Wesentlich jedoch ist, dass die Kriterien, die mit Daten aus dem Modell belegt werden können, in der Qualitätsprüfung des Modells Berücksichtigung finden – zumindest mit der Prüfung *vorhanden / nicht vorhanden*. Zusätzlich sollten die Nachweisdokumente mit den Kriteriennummern nach »klimaaktiv« bezeichnet werden, um so die Suche von vorhandenen Nachweisen zu vereinfachen.

Die vorliegende Ausarbeitung basiert auf folgenden Annahmen:

- Es wird von einem BIM-3D-Modell ausgegangen.
- Den Ausarbeitungen liegt der »klimaaktiv«-Kriterienkatalog Büro- und Bildungsbauten 2017 zugrunde.

6.2 »klimaaktiv«-Gebäudedeklaration

Die Bewertung der Gebäude erfolgt in **drei Qualitätsstufen** nach einem 1.000-Punktesystem:

- BRONZE: Gebäude erfüllen alle Muss-Kriterien
- SILBER: Gebäude erfüllen alle Muss-Kriterien und erreichen mindestens 750 Punkte
- GOLD: Gebäude erfüllen alle Muss-Kriterien und erreichen mindestens 900 Punkte

Das Bewertungssystem besteht aus 4 Kategorien (Kapitel A–D), in welchen jeweils eine bestimmte Punkteanzahl erreichbar ist. Die Summe ergibt schlussendlich das Gesamtergebnis von maximal 1.000 möglichen Punkten.

Die Punkte und somit Gewichtung der Kapitel ist folgendermaßen verteilt:

- A Standort und Qualitätssicherung 175 Punkte
- B Energie und Versorgung 500 Punkte
- C Baustoffe und Konstruktion 150 Punkte
- D Gesundheit und Komfort 175 Punkten

Musskriterien

Als grundlegende Basis bestehen sogenannte **Musskriterien**, deren Erfüllung für eine »klimaaktiv«-Gebäudedeklaration zwingend erforderlich ist.

In der untenstehenden Übersicht sind sämtliche Kriterien des Kriterienkatalogs für Bürogebäude und Bildungseinrichtungen 2017 mit der zugehörigen Kennzeichnung »M« für Musskriterium sowie die zugehörige erreichbare Punkteanzahl im Falle einer Bepunktung gelistet.

Anforderung an das BIM-Modell

- Abfrage für alle Musskriterien, ob erfüllt oder nicht erfüllt

Ausschluss von Öl- und Gasheizungen

Mit der Neuauflage 2017 wurde ein neues Ausschlusskriterium in Bezug auf Öl- und Gasheizungen bei »klimaaktiv«-Gebäuden eingeführt:

Wärmeversorgungssysteme auf Basis fossiler Energieträger (wie Öl und Gas) sind in der Katalogversion 2017 im Neubau und bei umfassenden Sanierungen nicht mehr zulässig. Ausnahme: Gaswärmeversorgungssysteme bei Neubauten oder umfassenden Sanierungen (mit und ohne Tausch des Wärmeversorgungssystems) sind nur dann möglich, wenn der Einsatz von hocheffizienten alternativen Energiesystemen geprüft wurde (Alternativen-Prüfung) und die Anforderungen an den erneuerbaren Anteil lt. Punkt 4.3. der OIB-RL 6 (2015) erfüllt sind.

Bei Sanierungen, die nicht unter dem Begriff »umfassend« fallen (u.a. bei denkmalgeschützten Objekten), sind Gasheizungen nur dann zulässig, wenn der Wärmeerzeuger nicht ausgetauscht wird (etwa, weil der Kessel erst 5 Jahre alt ist). Das Gebäude kann in diesem Fall »klimaaktiv« deklariert werden, wenn es die Mindestanforderungen von »klimaaktiv« erfüllt.

Ist eine Begründung des Ausschlusses alternativer Systeme nicht belegbar, ist die Auswahl/Umplanung eines alternativen Wärmebereitstellungs-Systems erforderlich.

Anforderung an das BIM-Modell

- Abfrage des Parameters – Energieträger
- Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Verknüpfung Heizzentrale)

6.3 Kriterien mit Möglichkeit zur Erfüllung aus BIM-Daten

| | |
|---|---|
| A Standort und Qualitätssicherung | |
| A.1 INFRASTRUKTUR UND UMWELT-FREUNDLICHE MOBILITÄT | |
| A.1.2a.1 Fahrradverkehr max. 25 Pkt. | A.1.2a.3 Elektromobilität max. 20 Pkt. |
| <p>Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> Für dieses Kriterium ist vor allem die Anzahl und die Qualität der Fahrradabstellplätze relevant (diebstahlsicheren, gebrauchsfreundlichen und leicht zugänglichen Fahrradabstellplätzen in ausreichender Anzahl) | <ul style="list-style-type: none"> Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Verknüpfung Stellplätze). |
| <p>Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> Anzahl der Fahrradabstellplätze: 5 bis 15 Punkte (für Mindestanforderung und Bestbewertung, dazwischen wird linear interpoliert) Qualität der Fahrradabstellplätze: 1 bis 10 Punkte (für Mindestanzahl und alle Stellplatz, dazwischen wird linear interpoliert) | <p>Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> E-Fahrzeuge (E-Bikes, Elektroautos) sind wesentlich umweltfreundlicher als ein herkömmlich betriebenes Auto. »klimaaktiv« berücksichtigt in der Gebäudebewertung die gezielte Bereitstellung von gebäudebezogenen Ladeinfrastrukturen, sowohl für E-Bikes als auch für E-Autos. |
| <p>Nachweise und Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> Verortung der Fahrradabstellplätze im Gebäudeplan (Grundriss; Erschließungsplan) mit Bemaßung als Nachweis der techn. Anforderungen. Mit Fertigstellung des Objekts: Kurzbericht mit Nachweis der Anzahl an Fahrradabstellplätzen, Fotodokumentation der Ausführung. | <p>Punkte</p> <ul style="list-style-type: none"> Elektroanschlüssen bei den Fahrradabstellplätzen, mind. 10 % (5 Punkte) Elektroanschlüssen/Stromtankstellen im Bereich der KFZ-Abstellplätze: 5 bis 15 Punkte (für 10 % und 25 %, dazwischen wird linear interpoliert) |
| <p>Anforderung an das BIM-Modell</p> <ul style="list-style-type: none"> Anzahl der Personen muss in den Parametern der Raumdefinition abgebildet sein. Aus der Anzahl an Personen im Gesamtgebäude kann auf die Anzahl an Fahrradabstellplätzen geschlossen werden. Modellierung der Parkplatzflächen ist im Modell möglich, und daraus auch der Abstand zum Eingang ermittelbar. | <p>Nachweise und Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> Verortung der Ladestationen im Gebäudegrundriss. Kurzbericht zu Anzahl und Fotodokumentation der Ausführung nach Fertigstellung. |
| | <p>Anforderung an das BIM-Modell</p> <ul style="list-style-type: none"> Korrekt modellierte Anzahl an Elektroanschlüssen für Ladestationen mit deren Anschlussleistung. Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Verknüpfung Stellplätze). |

A.2 QUALITÄTSNACHWEISE FÜR PLANUNG UND AUSFÜHRUNG

A.2.4 Energieverbrauchsmonitoring max. 20 Pkt. Musskriterium (ab 1.000m²)

Anforderung

- Die energetische Performance realisierter Gebäude kann durch Vergleich der tatsächlichen Verbräuche mit den vorausgerechneten Bedarfswerten beurteilt werden. Voraussetzung für diese Bewertung ist die separate Erfassung der relevanten Energieverbräuche nach Energieträgern und Anwendungen sowie die Erhebung der entsprechenden Nutzungsbedingungen. Es müssen mindestens 90 Prozent der Energiemengen der HKLS/E-Systeme im Energiemonitoringsystem erfasst werden.
- Musskriterium ab 1.000 m² kond. BGF pro Baukörper.
- Die Bewertung erfolgt in 3 Anforderungsstufen: Basiserforderung / Basiserforderung + Erweiterung 1 / Basiserforderung + Erweiterung 1 + Erweiterung 2.

Punkte

- Basiserforderung: 20 Punkte
- Basiserforderung + Erweiterung 1: 30 Punkte
- Basiserforderung + Erweiterung 1+ Erweiterung 2: 40 Punkte

Nachweise und Dokumentation

- HLKS- und E-Schemata mit Darstellung der Zählereinrichtungen oder Beschreibung der Gebäudesmesstechnik und
- Bestätigung, dass die dargest. Anforderungen an die Erfassung der Verbräuche erfüllt werden

Anforderung an das BIM-Modell

- Korrekt modellierte Anzahl und Type der Energiemengenzähler im TGA-Modell

- Verfügbarkeit an Parametern zur Erfassung der Eigenschaften der ausgewählten Zähler
- Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Bestätigung)

B Energie und Versorgung (NACHWEIS OIB I PHPP)

B.6 WEITERE BESONDERE ENERGIEEFFIZIENTE MASSNAHMEN

B.6.2 Energieeffiziente Lüftung max. 50 Pkt. Musskriterium (für Bildung)

Anforderung

- Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung sind für »klimaaktiv«-Bildungseinrichtungen ein Musskriterium, für Bürogebäude werden sie empfohlen, sind aber kein Musskriterium. Voraussetzungen sind die Auslegung der Luftmengen nach dem zu erwartenden Bedarf, die Einregelung der Anlage und die Energieeffizienz der eingesetzten Lüftungsgeräte (Wärmebereitstellungsgrad, luftmengenspezifische elektrische Leistungsaufnahme).

Punkte

- Auslegung der Luftmengen nach dem zu erwartenden Bedarf: 10 Punkte
- Einregelung der Anlage: 10 Punkte
- Energieeffizienz der eingesetzten Lüftungsgeräte (mind. 80 % der Nutzfläche): 30 Punkte

Nachweise und Dokumentation

- Bedarfs-Auslegung und Einregulierung: PHPP-Pflichtblatt Lüftung, Arbeitsblatt Einregulierung oder gleichwertig
- Nachweis luftmengenspezifische elektrische Leistungsaufnahme des Zu- und Abluftventilators und Wärmebereitstellungsgrad (Zertifikate, technische Spezifikationen der Lüftungsanlagenhersteller)

Anforderung an das BIM-Modell

- Korrekte Modellierung der Komponenten der Lüftungsanlagen
- Verfügbarkeit der Parameter zur Auslesung der Wärmerückgewinnungsgrade und Leistungsaufnahme der Ventilatoren und Gesamtluftmengen
- Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Zertifikate, technische Spezifikationen der Lüftungsanlagenhersteller)

C Baustoffe

C 1 BAUSTOFFE

C.1.1 Ausschluss v. klimasch. Subs. max. 5 Pkt. Musskriterium

Anforderung

- Produkte, die zur Gänze oder teilweise aus mit HFKW geschäumten Kunststoffen bzw aus recycelten (H)FKW- oder (H)FCKW-haltigen Materialien bestehen, sind nicht zulässig.

Punkte

- 5 Punkte (Musskriterium)

Betroffene Materialien

- XPS-Dämmplatten
- Montageschäume, Reiniger, Markierungssprays und ähnliche Produkte auf PUR/PIR-Basis in Druckgasverpackungen
- PUR/PIR (Polyisocyanurat)-Dämmstoffe (v.a. aus recyceltem PUR/PIR)
- klimaschädliche Substanzen (mit einem GWP > 300)
- Phenolharz-, Melaminharz-, Resol-Hartschaumplatten
- alle voll- oder teilhalogenierten organischen Verbindungen (zB HFKW, HFCKW, FKW oder FCKW) mit einem GWP > 1

Nachweise und Dokumentation

- Planungsphase:
 - Auszug aus den Vorgaben der Ausschreibungen für die relevanten Gewerke oder Vorgaben eines internen oder externen Produktmanagements
- Nach Fertigstellung (zur Produktqualität):
 - Dokumentation durch Herstellerbestätigung
 - Produkte auf www.baubook.at/kahkp die zu diesen Kriterien gelistet sind
 - Produkte die nach UZ 43 ausgezeichnet sind
- Nach Fertigstellung (zur Verwendung):
 - Bestätigung durch die ausführenden Firmen bzw ÖBA
 - Lieferscheine/Rechnungen
 - Produktmanagements
 - mit bestimmten Umweltzeichen ausgezeichnete Produkte

Anforderung an das BIM-Modell

- Korrekte Modellierung aller Baustoffe, die im Gebäude verbaut werden sollen
- Verfügbarkeit von Parametern zur Auslesung von Eigenschaften der Baustoffe
- Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Datenblätter, Rechnungen)

C.1.2 Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen (SVHC) max. 5 Pkt.

Anforderung

- Der Einsatz von Dämmstoffen, die frei von als SVHCs eingestuftem Flammschutzmitteln sowie frei von KMR-Stoffen sind.

Punkte

- 5 Punkte

Betroffene Materialien

- Hexabromcyclododecan (HBCD)
- bromierte Diphenylether
- Tetrabrombisphenol A
- kurzkettige Chlorparaffine C10-13 – CAS85535-84-8
- halogenierte Phosphorsäureester
- KMR-Stoffen – Maximal zulässige Grenzwerte

Nachweise und Dokumentation

- Planungsphase:
 - Auszug aus Ausschreibungen eines Produktmanagements
 - Aufbautenlisten
 - Angabe der Dämmstoffe der HKLS-Systeme
- Nach Fertigstellung (zur Produktqualität):
 - Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (EU) Nr. 453/2010
 - Dämmplatten, die mit einem Umweltzeichen ausgezeichnet sind
 - Produkte auf www.baubook.at/kahkp, die zu diesen Kriterien gelistet sind
 - Produkte mit Blauen Engel RAL-UZ 132 Wärmedämmstoffe, Unterdecken sowie RAL-UZ 140

- Nach Fertigstellung (zur Verwendung):
 - Bestätigung durch die ausführenden Firmen bzw. ÖBA
 - Lieferscheine/Rechnungen
 - Dokumentation über Produktmanagement

Anforderung an das BIM-Modell

- Korrekte Modellierung aller Baustoffe, die im Gebäude verbaut werden sollen
- Verfügbarkeit von Parametern zur Auslesung von Eigenschaften der Baustoffe
- Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Datenblätter, Rechnungen)

C1.3 Vermeidung von PVC & halogenorganischen Verbindungen tlw. Musskriterium max. 60 Pkt.

Anforderung

- Das damals die Kriterien erstellende österreichische Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat sich bei den Kriterien des Österreichischen Umweltzeichens und im Rahmen des »klimaaktiv«-Programms zur Vermeidung des Kunststoffes PVC bekannt. Der Kunststoff PVC wird seit vielen Jahren kontrovers diskutiert, da PVC aus problematischen Ausgangsstoffen hergestellt wird und problematische Zusatzstoffe enthält respektive enthalten kann. Auch andere halogenorganische Verbindungen sollten aufgrund vielfältiger ökologischer Nachteile im Zuge des Produktionszyklus sowie bei der Entsorgung und beim Recycling vermieden werden.

Punkte

- Für die Stufe Bronze müssen mindestens die Produktgruppen Fußbodenbeläge (inkl. Sockelleisten) sowie Wand- und Deckenbekleidungen PVC-frei sein

- Für die Stufen Silber und Gold wird der Einsatz PVC-freier bzw halogenfreier Materialien wie folgt bepunktet:
- C.1.3.1 PVC-freie Folien, Abdichtungen: 5 Punkte
- C.1.3.2 PVC-freie Fußbodenbeläge und Wand- sowie Deckenbekleidungen (Musskriterium): 5 Punkte
- C.1.3.3 PVC-freie Wasser- und Abwasserrohre im Gebäude: 10 Punkte
- C.1.3.4 Halogenfreie Elektroinstallationsmaterialien: 20 Punkte
- C.1.3.5 PVC-freie Fenster und Türen/Tore: 10 Punkte
- C.1.3.6 PVC-freie Sonnen- und/oder Sichtschutz am Objekt: 10 Punkte

Betroffene Materialien

C.1.3.1 PVC-freie Folien, Abdichtungen

- Kunststoff-Folien, Abdichtungsbahnen, Trennschichten, Baufolien, Vliese etc und Dichtstoffe

C.1.3.2 PVC-freie Fußbodenbeläge und Wand- sowie Deckenbekleidungen (Musskriterium)

- Fußbodenbeläge: Hauptmaterial sämtliche Teilkomponenten von Fußbodenbelägen und die verwendeten Sockelleisten
- Wand-/Deckenbekleidungen (DIN EN 235): Wand- und Deckenbekleidungen der -beläge aus PVC sind zu vermeiden

C.1.3.3 PVC-freie Wasser- und Abwasserrohre im Gebäude

C.1.3.4 Halogenfreie Elektroinstallationsmaterialien

- Kabelummantelungen, Elektro(leer-)verrohrungen, -schläuche, Dosen, Gehäuse, Schaltermaterialien etc

C.1.3.5 PVC-freie Fenster und Türen/Tore

C.1.3.6 PVC-freie Sonnen- und/oder Sichtschutz am Objekt

- außen- und innenliegenden Sonnen-, Sicht- und Blendschutzeinrichtungen

Nachweise und Dokumentation

- Planungsphase:
 - Spezifizierung in den Vorbemerkungen zur Ausschreibung
 - Nachweis über Zielvorgaben eines Produktmanagements
- Nach Fertigstellung (zur Produktqualität):
 - Herstellerbestätigung über PVC- bzw Halogen-Freiheit oder
 - baubook-Nachweis über PVC- oder Halogen-Freiheit oder
 - Nachweis über Österreichisches Umweltzeichen für einzelne Produktgruppen
- Nach Fertigstellung (zur Verwendung):
 - Bestätigung durch die ausführende/n Firma/en bzw ÖBA
 - Lieferscheine/Rechnungen
 - Dokumentation über Produktmanagement, ggf. Fotodokumentation

Anforderung an das BIM-Modell

- Korrekte Modellierung aller Baustoffe, die im Gebäude verbaut werden sollen
- Verfügbarkeit von Parametern zur Auslesung von Eigenschaften der Baustoffe
- Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Datenblätter, Rechnungen)

C1.4 Einsatz von Produkten mit Umweltzeichen max. 40 Pkt.

Anforderung

- Ziel ist die Minimierung schädlicher Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen von Baustoffen und Produkten. Dieses Ziel wird erreicht, wenn ökologisch optimierte Baustoffe eingesetzt werden. Als ökologisch optimiert gelten solche, welche über den gesamten Lebenszyklus von der Herstellung bis zur Entsorgung überprüft wurden und zu den besten in ihrer Produktkategorie gehören. Damit ist die technische, gesundheitliche und Umwelt-Qualität dieser Baustoffe sichergestellt.

Punkte

- Pro Baustoff mit Umweltzeichen, der zumindest zu 80 Prozent in der Gesamtfläche der folgenden Bauteilgruppen eingebaut ist, werden 5 Punkte vergeben:
 - Außenwände (max. 3 Produkte, max. 15 Punkte)
 - Innenwände/Trennwände (max. 3 Produkte, max. 15 Punkte)
 - Zwischendecken/Regelgeschoßdecken (max. 3 Produkte, max. 15 Punkte)
 - Dächer oder oberste Geschoßdecken (max. 3 Produkte, max. 15 Punkte)
 - Erdberührte Bodenplatten oder Kellerdecken (max. 3 Produkte, max. 15 Punkte)

Nachweise und Dokumentation

- folgende Umweltzeichen (Umweltproduktdeklarationen des Typ I nach ISO 14024) anerkannt:
 - Österreichisches Umweltzeichen
 - natureplus
 - IBO-Prüfzeichen
- Für bestimmte Produktgruppen werden weitere Umweltzeichen anerkannt

- Produkte, die in der Kriterienplattform »klimaaktiv« (baubook) zu diesem Kriterium gelistet sind, erfüllen die Anforderungen
- Vorzulegen sind:
 - Prüfzertifikate
 - Lieferschein/Rechnung oder eine Bestätigung über den Einbau der Produkte
 - Flächenangaben bzw -anteile zu den relevanten Bauteilen

Anforderung an das BIM-Modell

- Korrekte Modellierung aller Baustoffe die im Gebäude verbaut werden sollen
- Verfügbarkeit von Parametern zur Auslesung von Eigenschaften der Baustoffe
- Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Datenblätter, Rechnungen)

D Komfort und Raumqualität

D.2 LÜFTUNGSQUALITÄT

D.2.1 Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung max. 40 Pkt.

Anforderung

- Komfortlüftungen, darunter werden mechanische Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung verstanden, bringen neben ihren energetischen, auch raumlufthygienische Vorteile. Durch den (im Gegensatz zur Fensterlüftung) bedarfsgerecht einstell- und regelbaren, kontinuierlichen Luftaustausch wird in allen Räumen eine sehr gute Luftqualität gewährleistet. Die Abfuhr von Feuchte verhindert zu hohe relative Luftfeuchten, reduziert damit das Risiko von Schimmelpilzbildung und schafft ein Innenraumklima, das für das Wachstum von Hausstaubmilben ungünstig ist. Die von außen zugeführte Luft wird zudem durch hochwertige Filter gereinigt. Die Akzeptanz von Lüftungsanlagen hängt nicht nur von ih-

rer energetischen Effizienz, sondern weit stärker von anderen Eigenschaften wie max. CO₂-Konzentration, relative Luftfeuchte, Schallschutz und Hygiene ab. Ziel ist es, durch die Festlegung von Mindestanforderungen bezüglich dieser Aspekte die Nutzerzufriedenheit zu gewährleisten.

Punkte

- Regelung des CO₂-Gehalts der Raumluft (10 Punkte):
 - Medianwert CO₂ (absolut) < 1000 ppm, dh 50 > Prozent der CO₂-Einzelwerte im jeweiligen Beurteilungszeitraum sollten nicht über dem Wert von 1000 ppm CO₂ liegen (geistige Tätigkeiten verrichtet bzw. Regeneration)
 - Medianwert CO₂ (absolut) < 1400 ppm, dh 50 > Prozent der CO₂-Einzelwerte im jeweiligen Beurteilungszeitraum sollten nicht über dem Wert von 1400 ppm CO₂ liegen (sonstigen Innenräumen für den dauerhaften Aufenthalt: Verkaufsräume, Gasträume von Gastgewerbebetrieben, Arbeitsräume)
- Regelung relative Luftfeuchte (5 Punkte):
 - 30–45 % r.F. in der Heizperiode (Unterschreitung von 30 % r.F. in max. 5 % der Nutzungszeit)
- Geeignete Regelungsstrategie der Lüftungsanlage für bedarfsgerechte Luftmengen (max. 10 Punkte):
 - Anwesenheitssteuerung (5 Punkte)
 - Optimierung (10 Punkte) (CO₂-Fühler, Feuchtekontrolle)
- Lüftungsanlage liefert keinen Beitrag zur Überwärmung der Räume (5 Punkte):
 - automatischen Bypass zur Umgehung des Wärmetauschers
- Vermeidung von Lärmbelastigungen (10 Punkte):
 - Max. 30 dB(A)

- Differenz zwischen A- und C-Bewertung darf nicht mehr als 20 dB(A) betragen (Tief-frequenzen)

- Außenluftfilter zumindest F7 gemäß DIN EN 779 (5 Punkte)

Nachweise und Dokumentation

- Bestätigung der Einhaltung der Komfortkriterien durch den Haustechnik bzw. Lüftungsplaner bei der Planungsdeklaration bzw. der ausführenden Firma nach Inbetriebnahme

Anforderung an das BIM-Modell

- Korrekte Modellierung der Lüftungsanlage im TGA-Modell
- Verfügbarkeit von Parametern zur Auslesung der WRG-Grade der eingesetzten Wärmerückgewinnungstechnologie
- Definition von maximalen CO₂-Gehalten der Raumluft zur Steuerung der Lüftungsanlage
- Verfügbarkeit von Parametern zum Auslesen der Schalldruckpegel der verwendeten Geräte
- Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Bestätigung)

D.3 EINSATZ SCHADSTOFF- UND EMISSIONSARMER BAUPRODUKTE / BEI SANIERUNG INKL. SCHADSTOFFUNTERSUCHUNG

D.3.1 Produktmanagement: Einsatz emissions- und schadstoffarmer Baustoffe max. 80 Pkt.

D.3.1.1.a-D.3.1.2.p

Anforderung

- Produktmanagement bedeutet die sorgfältige Auswahl und Einsatzkontrolle von Bauprodukten (Baustoffen und Bauchemikalien) zur Vermeidung von Raumluftschadstoffen. Es wird durch unabhängige Dritte (intern oder extern) durchgeführt und umfasst die Verankerung ökologischer Kriterien in den Ausschreibungen und bei der Auftragsvergabe, die Freigabe der Bauprodukte vor Einsatz auf der Baustelle sowie eine kontinuierliche Qualitätssicherung auf der Baustelle. Die erfolgreiche Umsetzung wird vom Fachkonsulenten als Kurzbericht schriftlich dokumentiert und muss zusätzlich durch eine Raumluftmessung überprüft werden.
- verpflichtende Kriterien (D.3.1.1.a-D.3.1.1.p)
- zusätzlich empfohlene Kriterien (D.3.1.2.a-D.3.1.2.p)
- Überblick über relevante Produktgruppen:
 - Bodenbeläge
 - Elastische Bodenbeläge
 - Textile Bodenbeläge
 - Geruchsarme Bodenbeläge
 - Bodenbeläge aus Holzwerkstoffen
 - Beschichtungen auf Bodenbelägen und Estriche
 - Dämmstoffe
 - Synthetische Dämmstoffe
 - Biogene Dämmstoffe

- Mineralische Dämmstoffe (mit mehr als 3 % Kunststoffgehalt)
- Holz und Holzwerkstoffe
- Bauchemikalien
- Wand- und Deckenbeschichtungen
- Beschichtungen (auf Holz, Metall etc)
- Sonstige Anstriche
- Klebstoffe, im Besonderen Verlegewerkstoffe
- Abdichtungsmaterialien
- Sonstige Bauchemikalien, die großflächig eingesetzt werden

Punkte

- 0 bis 80 Punkte (max. 60 Punkte bei Sanierungen)
- 80 Punkte für Durchführung eines Produktmanagements

Nachweise und Dokumentation

- Internes oder externes Produktmanagement: Ausschreibungsoptimierung mit ökologischen Leistungsbeschreibungen, Bauproduktenliste aller freigegebenen Bauprodukte auf der Baustelle, Endbericht über Qualitätssicherung auf der Baustelle

Anforderung an das BIM-Modell

- Korrekte Modellierung aller Baustoffe die im Gebäude verbaut werden sollen
- Verfügbarkeit von Parametern zur Auslesung von Eigenschaften der Baustoffe
- Abfrage Nachweisdokument vorhanden (Datenblätter, Rechnungen)

6.4 Ergebnis der klimaaktiv-Zertifizierung des Bio-Instituts Raumberg-Gumpenstein

| Nr. | Handlungsfeld | Muss-Kriterium | mögliche Punkte | erreichte Punkte |
|------------|---|--------------------------|-----------------|------------------|
| A | Standort und Qualitätssicherung | | max. 175 | 162 |
| A.1 | Infrastruktur und umweltfreundliche Mobilität | | max. 60 | 55 |
| A.1.1 | Infrastruktur in Standortnähe | M | 2 bis 30 | 13 |
| A.1.2a | Umweltfreundliche Mobilität | | 75 | 42 |
| A.2 | Qualitätsnachweise für Planung und Ausführung | | max. 130 | 107 |
| A.2.2.1 | Qualitätssicherung Energiebedarfsberechnung und Verbrauchsprognose | | 30 | 30 |
| A.2.2.2 | Verbrauchsprognose / Vorbereitung der Betriebsführung | | 10 | 10 |
| A.2.3 | Gebäudehülle luftdicht | M | 0 bis 30 | 27 |
| A.2.4 | Energieverbrauchsmonitoring | M ab 1.000m ² | 20 bis 40 | 40 |
| B | Energie und Versorgung | | max. 500 | 500 |
| B.1 | Heizwärmebedarf | M | 0 bis 100 | 99 |
| B.2 | Kühlbedarf (außeninduziert) / Nutzkältebedarf | M | 0 bis 75 | 75 |
| B.3 | Primärenergiebedarf | M | 0 bis 75 | 50 |
| B.4 | CO ₂ -Emissionen | M | 25 bis 150 | 150 |
| B.5.a | Gesamtenergieeffizienzfaktor OIB | | 10 bis 50 | 50 |
| B.6 | Weitere besondere energieeffiziente Maßnahmen | M | 0 bis 145 | 118 |
| B.6.1 | Tageslichtverordnung / Beleuchtung | | 0 bis 75 | 75 |
| B.6.2 | Energieeffiziente Lüftung | M für Bildung | 0 bis 50 | 36 |
| B.6.3 | Natürliche Nachtkühlung (Sommer) | | 0 bis 20 | 7 |
| C | Baustoffe und Konstruktion | | max. 150 | 148 |
| C.1 | Baustoffe | | max. 90 | 90 |
| C.1.1 | Ausschluss von klimaschädlichen Substanzen | M | 5 | 5 |
| C.1.2 | Ausschluss von besonders besorgniserregenden Substanzen | | 0 bis 5 | 5 |
| C.1.3 | Vermeidung von PVC und anderen halogenorganischen Verbindungen | M | 5 bis 60 | 60 |
| C.1.4 | Einsatz von Produkten mit Umweltzeichen | | 0 bis 40 | 20 |
| C.2 | Konstruktion und Gebäude | | max. 100 | 58 |
| C.2.1 | Ökoindex des Gebäudes – BG1 / BG3 | M | 0 bis 50 | 8 |
| C.2.2 | Entsorgungsindex EI10 | | 0 bis 50 | 50 |
| D | Komfort und Raumluftqualität | | max. 175 | 143 |
| D.1 | Thermischer Komfort im Sommer | | bis 35 | 18 |
| D.2 | Komfortlüftung und Wärmerückgewinnung | | 40 | 30 |
| D.3 | Einsatz schadstoff- & emissionsarmer Bauprodukte / Schadstoffuntersuchung | | 80 | 80 |
| D.4 | Messung der Innenraumluftqualität | M ab 2.000m ² | 15 bis 40 | 15 |
| | | Gesamt | 1.000 | 953 |

7

Gebäude- und Anlagensimulation im BIM-Planungsprozess

Autor:

Markus Gratzl (Ingenieurbüro Gratzl)

Editiert von den Herausgebern

Der Einsatz von Gebäude- und Anlagensimulation im Planungsprozess dient unter anderem für:

- die Quantifizierung von Energiebedarfswerten
- die Anlagenauslegung
- die Beurteilung der thermischen Behaglichkeit

Mithilfe dieser Informationen können Planungsentscheidungen unterfüttert durch Simulationsergebnisse anstatt auf Grundlage von Erfahrungswerten oder Schätzungen vorgenommen werden. Dementsprechend ist es wichtig, mit der Gebäudesimulation bereits in frühen Planungsphasen zu starten – dies ermöglicht höchste Einflussnahme bei geringsten Folgekosten.

Der frühe Einsatz als Prognosewerkzeug bedingt allerdings Annahmen zu künftigen Prozessen und Verhalten zu definieren. Aufgrund möglicher Änderungen dieser Annahmen ist eine kontinuierliche Adaption und Verfeinerung des Simulationsmodells zweckmäßig, damit es eine verlässliche Entscheidungsgrundlage darstellen kann.

Die Kombination mit der BIM-Methodik bietet für die Gebäude- und Anlagensimulation erhebliche Vorteile:

- *Dreidimensionale Modellbildung:*
Essenzielle Grundlage der BIM-Methodik ist das Arbeiten am 3D-Gebäudemodell. Ein derartiges Modell ist auch für Gebäudesimulationen unumgänglich. Wurde das 3D-Gebäudemodell bislang vorrangig manuell modelliert und extra für die Gebäudesimulation angefertigt, kann es nun direkt aus dem BIM-Modell übernommen werden und ist nur noch geringfügig nachzubessern.
- *Kontinuierliche Modellaktualisierung:*
Die planungsbegleitende Simulation wird durch die große Dynamik des Planungsprozesses deutlich erschwert. Aufgrund der Eigenschaft des BIM-Planungsprozesses, dass Änderungen nachvollziehbar dokumentiert sind und stets vom letztgültigen Modell ausgegangen wird, können derartige Änderungen auch für die Gebäude- und Anlagensimulation mit deutlich geringerem Aufwand nachgeführt werden als bisher.

- *Arbeiten in gemeinsamer Datenumgebung:*

Das Instrument der Gebäude- und Anlagensimulation ist geprägt durch einen sehr interdisziplinären Charakter. Es sind Informationen aus Architektur (Grundriss, Höhenentwicklung), Statik (Deckenstärken), Haustechnik (Anlagenkonzept, Luftwechselraten etc), Bauphysik (Bauteilaufbauten, Materialkennwerte), Elektrotechnik (Beleuchtungsanforderungen, Kenngrößen PV-Anlage) und Regeltechnik (Regelungsstrategien) im Simulationsmodell zusammenzuführen. Durch das Arbeiten an den BIM-Modellen aller Planungsbeteiligten in einer Common Data Environment (CDE) können die notwendigen Informationen mit deutlich geringerem Aufwand zusammengeführt und eingearbeitet werden.

- *Frühzeitige Planungsentscheidungen:*

Die BIM-Methodik forciert das Treffen frühzeitiger Planungsentscheidungen und beschränkt den iterativen Charakter des Planungsprozesses mit einer Vielzahl an Planungsänderungen. Dieser Umstand wirkt positiv für die Gebäude- und Anlagensimulation, da so einerseits frühzeitig mehr Informationen zur Verfügung stehen und andererseits der Aufwand für das Nachführen von Planungsänderungen reduziert wird.

Beim vorliegenden Projekt des Bio-Instituts Raumberg-Gumpenstein wurde die Gebäude- und Anlagensimulation planungsbegleitend durchgeführt. Beginnend mit einer Beurteilung von unterschiedlichen Vorentwurfskonzepten, über die Gebäudesimulation zur Gesamtoptimierung während der Entwurfsphase bis hin zur Nachweisführung für das »klimaaktiv«-Zertifikat konnte ein breites Anwendungsspektrum genutzt werden.

Besonders vorteilhaft erwies sich das Vorhandensein eines Simulationsmodells für die »klimaaktiv«-Zertifizierung. Es wurde für eine Vielzahl von Kriterien mit einem hohen Einflussfaktor (Verbrauchsprognose, Tageslichtversorgung, Sommernachtlüftung, thermischer Komfort im Sommer) herangezogen, wodurch das Nachhaltigkeitskonzept des Gebäudes wesentlich deutlicher dargestellt werden konnte als mit den üblichen Standardnachweisen.

Im Folgenden werden die Zielsetzung sowie die Rahmenbedingungen der Simulation dargestellt. Danach folgt eine detaillierte Beschreibung der Vorgehensweise und

der abgeleiteten Erkenntnisse zur Gebäude- und Anlagensimulation für die Gebäudeoptimierung sowie des Simulationsmodells für die »klimaaktiv«-Zertifizierung.

7.1 Allgemeines

Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist es, eine Optimierung des Energiebedarfs des zu untersuchenden Objekts zu erreichen. Als Bewertungsgröße dient vorrangig der Nutzenergiebedarf (Heizwärmebedarf und Kühlbedarf in Anlehnung an ÖNORM B 8110-6-1) und dazu ergänzend der Endenergiebedarf für Heizen, Kühlen, Lüftung, Beleuchtung und Geräte.

Ziele der Untersuchung sind:

- eine gesamtenergetische Optimierung des Gebäudeentwurfs und des Anlagenkonzepts sowie
- das Aufzeigen der Möglichkeiten von BIM (Building Information Modeling) und SIM (Simulationen in der Bauphysik: Green.Building.Simulation) – einfache, planungsbegleitende Einbindung.

Vorbemerkung

Die durchgeführten Berechnungen sind in erheblichem Maße von den getroffenen Annahmen zur Nutzung des untersuchten Objekts abhängig. Insbesondere die getroffenen Nutzungsannahmen beeinflussen erheblich das thermische Verhalten eines Gebäudes. Dementsprechend wurde großes Augenmerk auf die Erfassung der voraussichtlichen Nutzung des Gebäudes gelegt und diese mit Auftraggebervertretern und Auftraggebern in mehreren Gesprächen strukturiert erhoben und anschließend in der Modellbildung berücksichtigt. Abweichungen der tatsächlichen Nutzung von der geschilderten und modellierten Nutzung sind nicht auszuschließen. Dementsprechend sind die Ergebnisse dieser Untersuchung stets unter dem Vorbehalt der getroffenen Nutzungsannahmen zu betrachten. Gleiches gilt auch für die, in den Simulationen verwendeten, Klimadaten.

7.2 Allgemeine Simulationsrandbedingungen

Berechnungsgrundlagen

Die Berechnungen wurden auf Grundlage, der von der Auftraggeberin/vom Auftraggeber übermittelten Unterlagen durchgeführt (siehe folgende Abbildung). Ergänzende Informationen stammen aus Abstimmungsgesprächen mit Auftraggebervertretern.

Simulationsprogramme

Folgende Simulationssoftware wurde verwendet:

- integrierte Gebäude- und Anlagensimulation, Tageslichtsimulation IDA ICE Version 4.8 SP1, lizenziert für: Markus Gratzl, Ingenieurbüro Gratzl e.U.
- Die Klimadaten wurden mit folgender Software generiert: Meteonorm Version V7.3.3.17983, lizenziert für: Markus Gratzl (Vollversion)

Berechnungsgrundlagen

| Bezeichnung/Inhalt | Form | Maßstab | Datum |
|--|------------|---------|---------------------------|
| Bauphysik Vorentwurf aktualisierte Unterlagen Einreichplanung | .pdf | – | 14.08.2019 20.01.2020 |
| Vorentwurf Grundrisse EG, OG1, Ansichten, Lageplan | .ifc/ .pdf | div. | 04.09.2019 |
| Vorentwurf Grundrisse EG, OG1, Ansichten, Lageplan | .ifc/ .pdf | div. | 11.10.2019 |
| Einreichplanung Grundrisse EG, OG1, Ansichten, Lageplan | .ifc/ .pdf | div. | 14.01.2020 |
| Raumbuch Haustechnik | .pdf | – | 17.10.2019 |
| Kühllastberechnung | .pdf | – | 19.10.2019 |
| TGA- Unterlagen Lüftungsgerät, Datenblätter Pumpen, Prüfbericht, Heizkessel, Raumbuch Haustechnik | .pdf | – | erhalten am 18.12.2019 |

Verwendete Normen und Literatur

- *DIN EN ISO 13790*:
Energieeffizienz von Gebäuden – Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung
- *DIN EN 15251*:
Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik
- *ÖNORM EN ISO 7730*:
Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit
- *SIA 2024*:
Standard-Nutzungsbedingungen für Energie- und Gebäudetechnik

Klimadaten

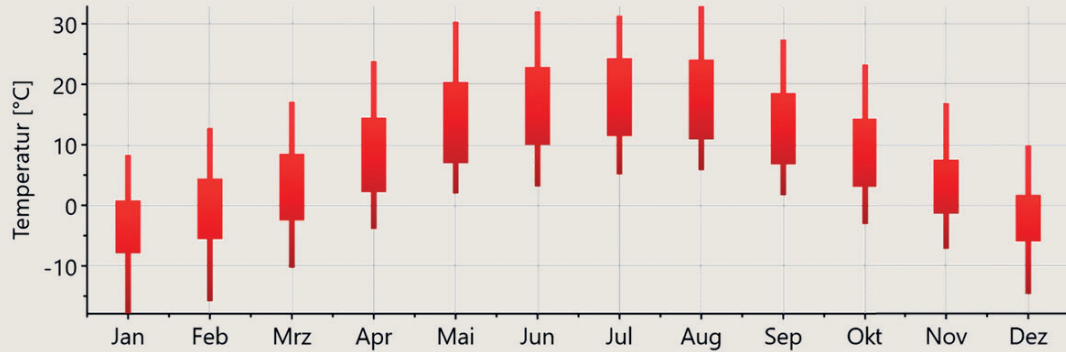
Standortspezifische Klimadaten wurden mithilfe der Software Meteonorm (2018) generiert.

- *Standort*:
Moarhof (47,5°N, 14,1°O, 682 m ü. NHN)
- *Strahlungsparameter*:
Periode 1991-2010
- *Temperaturparameter*:
Periode 2000-2009
- *Horizont (natürlich, baulich)*:
modelliert und in den Strahlungsdaten berücksichtigt

Unsicherheit der Jahreswerte: Gh = 5%, Bn = 9%, Ta = 0,5 °C
 Trend für Gh / Jahrzehnt: 2,6%
 Variabilität von Gh / Jahr: 5,0%
 Interpolationsorte für Strahlung: Satellitendaten (Anteil Satellitendaten: 100%)
 Interpolationsorte für Temperatur: AIGEN/ENNSTAL (MIL) (4 km), BAD AUSSEE (AUT) (24 km), WINDISCHGARSTEN AUT (30 km), BAD MITTERNDORF (10 km), ZELTWEG (MIL) (62 km), ST. WOLFGANG (AUT) (52 km)
 P90- und P10-Wert der Globalstrahlung, bezogen auf den Durchschnitt: 93,9%, 105,5%

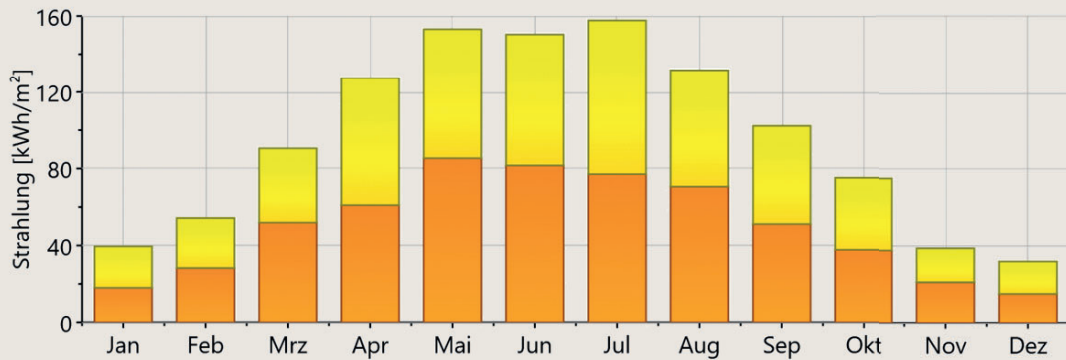
Monatliche Temperaturwerte am Standort

von Meteonorm 2018



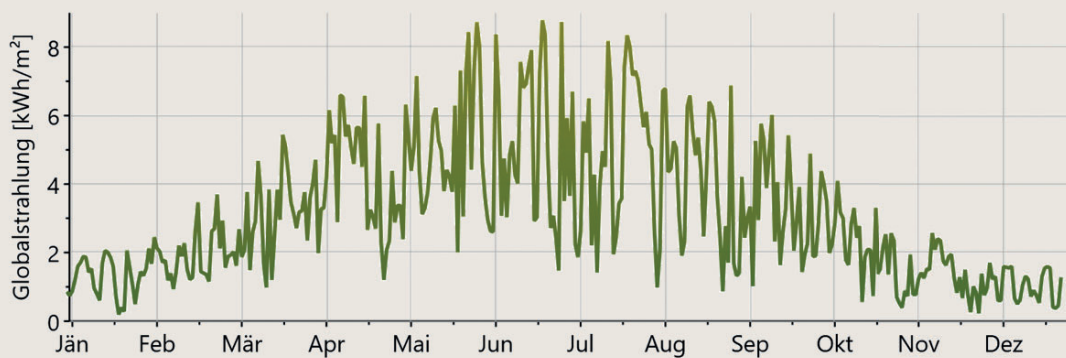
Monatliche Globalstrahlung am Standort

von Meteonorm 2018



Tageswerte der Temperatur am Standort

von Meteonorm 2018



7.3 BIM und SIM in der Gebäudesimulation und -optimierung

BIM-Einbindung

Dieser Untersuchungsteil widmet sich dem Aufzeigen der Möglichkeiten von BIM (Building Information Modeling) und SIM (Simulationsmethoden in der Bauphysik: Green Building Simulation) und der praktischen Umsetzung einer einfachen, planungsbegleitenden Einbindung von Gebäudesimulation in den Planungsprozess.

Spezifische Simulationsrandbedingungen

Ergänzend zu den allgemeinen Simulationsrandbedingungen wurden für die Gebäudeoptimierung, die bereits zu einem frühen Planungsstand vorgenommen wurde, folgende Festlegungen und Annahmen getroffen:

- *Bauteilaufbauten*
 - *Fenster*
 $U = 0.60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$, $g = 0.50$, Rahmenanteil
 $f_R = 0.20-0.30$ (je nach Fenstertyp)
außenliegender Sonnenschutz für vertikale Fensterelemente
zwischenliegender Sonnenschutz für Dachflächenfenster
 - *PR-Konstr. innenliegender Sonnenschutz*
 - *Wände, Decken, Dächer: gem. Energieausweis (Stand: Vorentwurf, 14.08.2019)*
- *Haustechnik*
 - *Lüftung*
 $WRG = 0.65$, ca. $4'800 \text{ m}^3/\text{h}$, KVS, nachts außer Betrieb
 - *Heizung*
Pellets, $h = 0.86$, ideal heating
 - *Kühlung*
KKM, $\text{COP} = 3.0$, ideal cooling

- *Beleuchtung*
gem. SIA 2024
- *PV*
 253 m^2 , Neigung 52° , in Dachfläche eingepasst (nur in V03-05 angesetzt -> reduziert Bedarfswerte)

- *Nutzungsprofile*
ausschließlich gem. SIA 2024
- *Klimadaten*
ASHRAE IWEC2 Aigen im Ennstal (111570-IW2)
Klimawandel: monatl. Maximalwerte

Soll-Vorgangsweise

Die Vorgangsweise bei der Nutzung von BIM-Daten mittels IFC-Schnittstelle für die Einbindung in die Simulationssoftware IDA ICE ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Als wesentliche Elemente können angeführt werden:

- Datenfile IFC, übermittelt über Projektplattform thinkproject!; Nutzung von Fachmodell Architektur
- Import in Modellprüfsoftware simplebim1 mit individuellem AddOn für IDA ICE
 - Reduktion des Datenmodells um nicht notwendige Informationen
 - Überprüfen des Vorhandenseins relevanter Modellinformationen: IfcSpace, IfcWall etc
 - Export des bereinigten Modells für die Weiterverarbeitung in IDA ICE
- Import in Simulationssoftware IDA ICE
 - Zuordnen (Mapping) von Nutzungsinformationen (aus Nutzungsprofilen) zu IfcSpace
 - Zuordnen von Bauteilinformationen zu IfcWall, IfcFloor etc

- Ergänzende Modellierung für die Durchführung der Gebäude- und Anlagensimulation. Bei der Änderung von Zonierungen muss besonders achtsam vorgegangen werden. Aufgrund der nicht veränderbaren GUID ist ein Zusammenführen mehrerer Räume (IfcSpace) zu gemeinsamen Zonen (mehrere Büros etc) nicht möglich, da andernfalls die Exportmöglichkeit der Ergebnisse verloren gehen.

Nach dem Erstellen der Gebäude- und Anlagensimulation besteht die Möglichkeit, die Simulationsergebnisse zu exportieren und wiederum über das simplebim-AddOn in die ursprüngliche IFC-Datei einzubinden. So können beispielsweise raumweise Heiz- und Kühllasten automatisiert in das IFC-File übernommen werden. Dabei ist jedoch auf Festlegungen zur Modellhöhe Rücksicht zu nehmen.

Erkenntnisse

Im vorliegenden Fall konnte weder ein Import über das simplebim-AddOn noch über die direkte IFC-Schnittstelle in IDA ICE vorgenommen werden. Maßgebliche Schwierigkeiten bereitete einerseits die Gebäudegeometrie (komplexe Dachformen können nicht importiert werden) und eine IFC-Eigenschaft im Modell, die von der Schnittstelle nicht richtig interpretiert werden konnte. Aus diesen Gründen war kein vollständiger Import möglich, stattdessen wurde basierend auf den korrekt importierten IfcSpace die Zonengeometrie und die Gebäudehülle

manuell modelliert. Das Umgebungsmodell wurde aus maps.google.at in SketchUp importiert, dort wurden die umliegenden Gebäude vereinfacht nachmodelliert (gis.stmk.gv.at) und in IDA-ICE als verschattende Umgebung eingefügt. Auf diese Art und Weise kann auch das direkt angrenzende Terrain berücksichtigt werden.

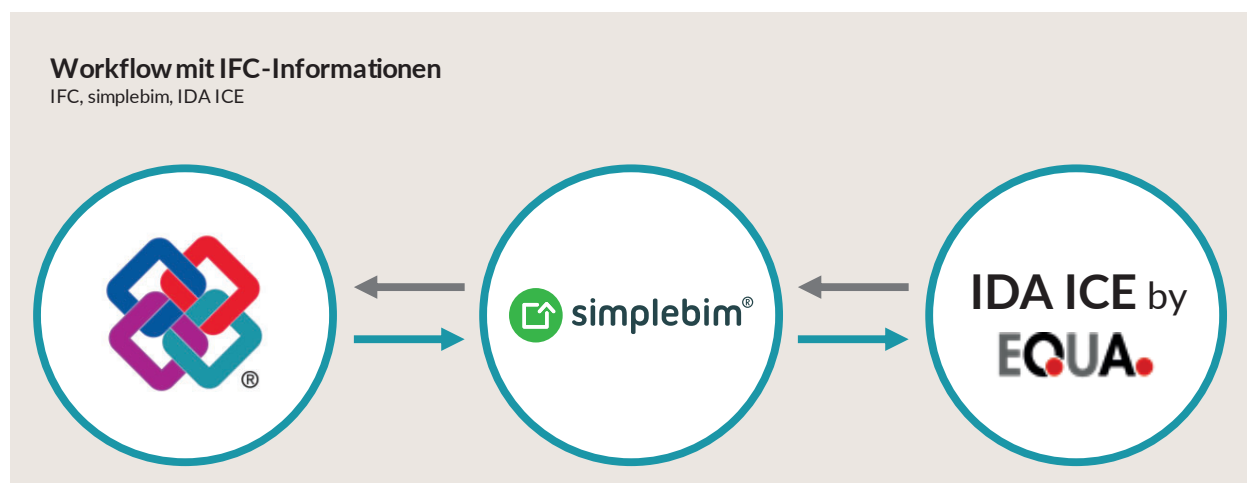
Gebäudeoptimierung

Die Ergebnisse der Gebäude- und Anlagensimulation bilden die Basis für Optimierungsaufgaben. Durch die Analyse dieser Ergebnisse können potenzielle Optimierungsbereiche identifiziert werden. In diesem Abschnitt werden unterschiedliche Optimierungsansätze diskutiert und anschließend anhand des Endenergiebedarfs miteinander verglichen.

Ergebnisse der Simulation

Aus den, in den Abbildung „Lieferenergie“ und „Endenergie“ dargestellten, Ergebnissen der Basisvariante können folgende Schlüsse abgeleitet werden:

- Der jährliche Strombedarf (Geräte, Beleuchtung, Lüftung, Kühlung) beträgt rund 20.000 kWh.
- Demgegenüber steht ein PV-Ertrag von ca. 30.000 kWh. Davon können ca. 40 % direkt zur Reduktion des Lieferenergiebedarfs eingesetzt werden, es müssen rund 8.000 kWh zugekauft werden. Der Rest übersteigt den Eigenbedarf und ist als Überschuss zu verkaufen.



- Der Endenergiebedarf für Heizen und Warmwasserbereitung, der über Holzpellets gedeckt wird, beträgt jährlich rund 35.000 kWh.

Eine detailliertere Untersuchung des Endenergiebedarfs zeigt den überwiegenden Einfluss des Heizenergiebedarfs und des Strombedarfs der Geräte mit jeweils rund einem Drittel des Endenergiebedarfs (Vorsicht: zu Vergleichszwecken wurde die Wärmebereitstellung über Wärmepumpe dargestellt). Das verbleibende Drittel entfällt auf Beleuchtung, Kühlung und Luftförderung.

Erkenntnisse

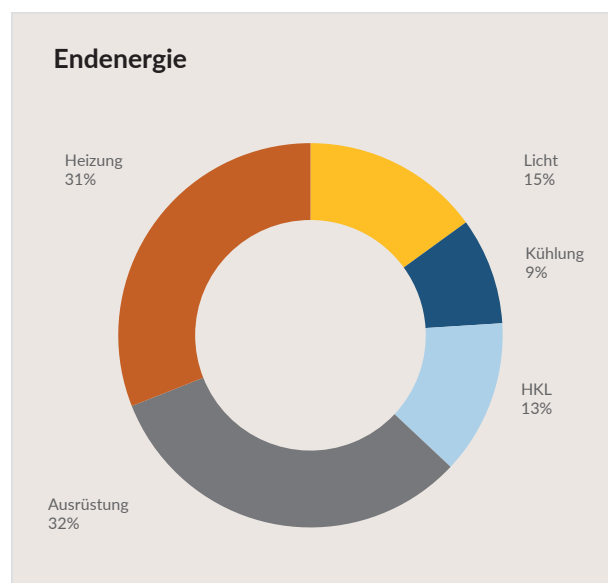
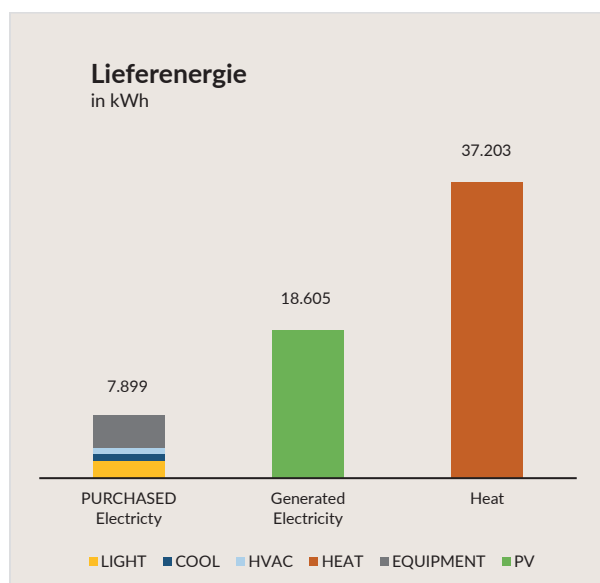
Aus der Analyse des Endenergiebedarfs und der weiteren Simulationsergebnisse können folgende Ansatzpunkte für eine Optimierung abgeleitet werden:

- **Belichtung Foyer:**
Im Foyer in EG und OG ist trotz niedriger Belichtungsanforderungen nahezu dauerhaft künstlicher Belichtung erforderlich. Dementsprechend wäre es sinnvoll, eine natürliche Belichtung des Foyers zu forcieren und damit eine bessere Tageslichtnutzung zu bewirken. Folgende Maßnahmen wurden vorgeschlagen:
 - Oberlicht außen in OG2 in der nordorientierten Dachfläche

- Oberlichter in den Innenwänden zu Schüler- und Küche im Erdgeschoß sowie zu den Büros im OG; insbesondere der Westteil des Foyers sollte mit derartigen Oberlichtern ausgestattet werden, da hier keine anderweitige natürliche Belichtung möglich ist

- **Beleuchtung und Sonnenschutz:**
Hoher Stellenwert bei der gewählten Gebäudegeometrie kommt dem Wechselspiel aus natürlicher und künstlicher Belichtung zu. Dabei ist es wesentlich, sommerliche Überwärmung durch wirkungsvolle Sonnenschutzmaßnahmen zu vermeiden und gleichzeitig eine möglichst gute Tageslichtnutzung mit geringem Kunstlichtbedarf zu ermöglichen. Daraus resultierten folgende Ansatzpunkte:

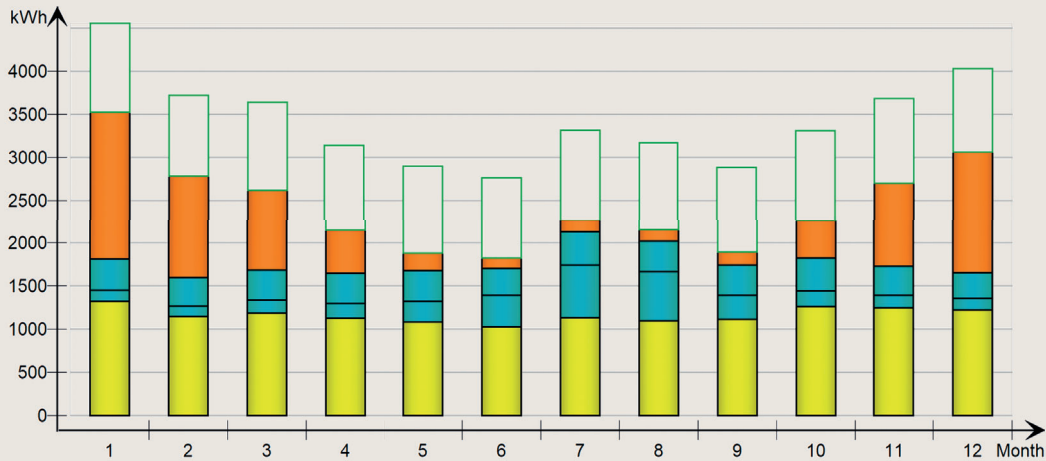
- Tageslichtabhängiges Dimmen in dauerhaft genutzten Räumen: dies betrifft insbesondere die Büros im Obergeschoß und den Schulraum im Erdgeschoß; auch beim Saal im EG ist eine tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung sinnvoll, sofern dort eine intensivere Nutzung als Seminarraum tagsüber vorgesehen ist.
- Tageslichtabhängige Regelung im Foyer: wird für das Foyer in EG und OG die Tageslicht-



- nutzung forciert (siehe oben), so sollte unbedingt eine tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung vorgesehen werden; insbesondere in Allgemeinflächen ist die Zuständigkeit für das Abschalten der Beleuchtung nicht eindeutig, weshalb eine Automatisierung jedenfalls sinnvoll ist.
- Auswahl Sonnenschutz: Bei der Auswahl des Sonnenschutzsystems für die Dachflächenfenster ist darauf zu achten, dass die technische Wirksamkeit nicht dadurch verringert wird, dass der Sonnenschutz aufgrund mangelnder Akzeptanz nicht oder nur selten aktiviert wird; daher ist unbedingt zu beachten, dass ausreichende Durchsicht nach außen und ein gewisses Restmaß an natürlicher Belichtung auch im aktivierten Zustand gegeben ist.
- *Natürliche Nachtlüftung Büros*
Der Standort des Objekts in zentralalpiner Lage im Ennstal ist prädestiniert für sommerliche Nachtlüftung als passive Kühlmaßnahme. Durch die niedrigen Lufttemperaturen während der Nachtstunden kann bei ausreichender Speichermasse eine effektive Wärmeabfuhr durch Querlüftung erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass eine Querlüftungsmöglichkeit, optimalerweise über zwei Geschoße (verstärkende Wirkung durch thermischen Auftrieb) vorgesehen wird. Diese sollte automatisiert angesteuert werden, um Witterungseinflüsse (Wind, Regen) und Nutzerabhängigkeit gering zu halten. Das nordseitige Oberlicht im Foyer OG (siehe oben) könnte hierfür gut genutzt werden.
 - *Abluft-Verdunstungskühlung*
Verdunstungskühlung in der Abluft (und anschließend hocheffiziente Wärmerückgewinnung) bietet ausgezeichnete Ergebnisse für die passive Vorkühlung der Zuluft ohne maßgeblichen Energieaufwand (abgesehen von Pumpenergie für den Sprühbefeuchter). Eine Abkühlung der Zuluft um bis zu 6 K ist realistisch. Damit wird der Bedarf an aktiver Kühlung maßgeblich reduziert, in klimatisch passenden Regionen kann aktive Kühlung gänzlich vermieden werden.
 - *Serverraumkühlung: 38 %*
Der Anteil der Serverraumkühlung am gesamten Energiebedarf ist mit 38 % sehr hoch (Vorsicht: Nutzungsannahmen gem. SIA 2024) und ganzjährig vorhanden. Es ist daher zu evaluieren, inwiefern die aus der notwendigen Wärmeabfuhr aus dem Serverraum entstehende Abwärme speziell in den Wintermonaten aktiv genutzt (Warmwasserbereitung, Heizungseinbindung, Zuluftvorwärmung) oder passiv gewährleistet (Free Cooling als Außenluft-Kühlung) werden kann. Der Einfluss der Serverraumkühlung wird auch in der nachstehenden Abbildung deutlich (Ergebnisdarstellung monatsweiser Endenergiebedarf (Used Energy; zu Vergleichszwecken wurde die Wärmebereitstellung über Wärmepumpe dargestellt) mit Zusammensetzung (Bildquelle: IDA ICE, 2020)).
 - *CO₂-geführter Volumenstrom*
Bei Räumen mit stark wechselnder Belegung und unterschiedlich intensiver Anwesenheit wie in Büroräumen, Schulraum, Saal/Seminarraum, Besprechungsraum sollte unbedingt eine CO₂-geführte Volumenstromregelung vorgesehen werden. Dadurch kann die individuelle Luftmenge an die aktuellen Erfordernisse angepasst werden und beträchtlich an Energieaufwand für Nachheizung/-kühlung bzw Luftförderung (Proportionalitätsgesetze: verringerter Strombedarf mit dritter Potenz des Volumenstroms).

Monatlicher Endenergiebedarf

mit Zusammensetzung nach IDA ICE 2020



- **Resilienz**

Der Standort des Objekts wird zukünftig aufgrund des Klimawandels vermutlich erheblichen klimatischen Veränderungen unterworfen sein. Dafür ist bei langfristiger Nutzung entsprechend Vorsorge zu treffen und unbedingt ausreichende Sonnenschutzmaßnahmen und ergänzende passive Kühlmaßnahmen (Speichermassennutzung, Nachtlüftung) vorzusehen.

Der Vergleich der Optimierungsvarianten ausgehend vom zuvor definierten Optimierungspotenzial zeigt besonders hohes Einsparpotenzial für folgende Varianten:

- **Nachtlüftung (Nightventilation):**
über 4 % Einsparung durch rein passive und vorwiegend organisatorische Maßnahmen
- **Tageslichtnutzung (Lightning Daylight):**
nahezu 4 % Einsparung des gesamten Endenergiebedarfs durch verstärkte Tageslichtnutzung im Foyer und tageslichtabhängige Regelung in Büros, Seminarraum, Schulraum und Foyer

- **Volumenstromoptimierung (VVS):**

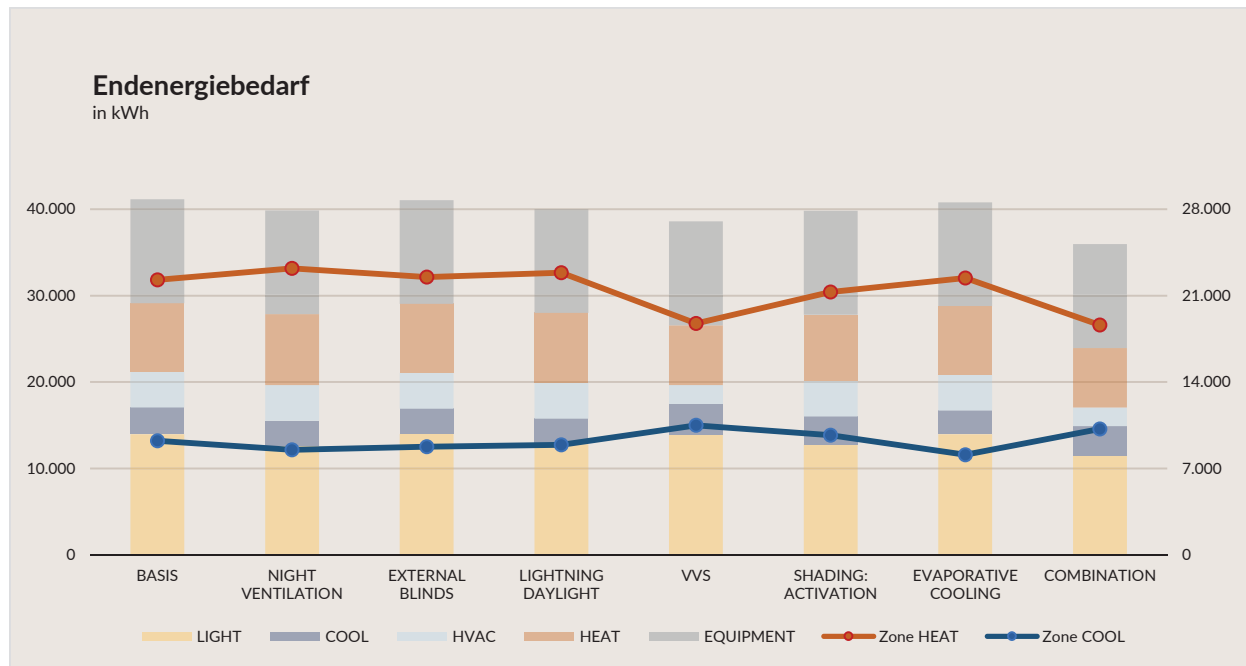
fast 9 % Endenergieeinsparung durch Einsatz von CO₂-geführten Volumenstromreglern in Büros, Besprechungsraum und Seminarraum. Keine Luftförderung außerhalb der Gebäudebetriebszeiten

- **Verdunstungskühlung (Evaporative Cooling):**

etwas mehr als 1 % Endenergieeinsparung durch Einsatz von Abluft-Verdunstungskühlung. Durch die Kombination dieser drei Maßnahmen ist eine Gesamteinsparung von 18 % des Energiebedarfs im Vergleich zur Basisvariante möglich.

Viel entscheidender ist allerdings, dass durch den Einsatz passiver Kühlmaßnahmen der Kühlbedarf und die Überwärmungsneigung so weit reduziert werden können, dass der Einsatz einer aktiven Kältemaschine (abgesehen von der Serverraumkühlung) nicht länger erforderlich ist. **Dadurch entfallen Investitionskosten für Kältemaschine und Raumkühlgeräte (Fan Coils) vollständig.**

Folgende Abbildung stellt den Endenergiebedarf für die Basisvariante und die verschiedenen Optimierungsvarianten inkl. Variantenkombination dar.



7.4 Dokumentation »klimaaktiv«

Verbrauchsprognose

Anforderung

Anforderung an diesen Simulationsteil ist eine möglichst genaue Abbildung der zu erwartenden Nutzungsbedingungen (u.a. Soll-Innentemperaturen, durchschnittliche Belegungen/ innere Lasten, adaptierte Nutzungszeiten, (Anwesenheits-) Steuerung von Heizung/Lüftung/Klimatisierung, energieeffiziente Geräteausstattung und Beleuchtung etc).«

- Endenergiebedarf Heizung und Warmwasser (falls Warmwasser gemeinsam mit Raumwärmeversorgung bereitgestellt wird), bei dezentraler WW-Bereitstellung ist keine separate Erfassung erforderlich
- Endenergiebedarf Kältetechnik (Gebäudekühlung, Räume mit besonderen Anforderungen an die Kühlung, wie Serverräume; ggf. Gewerbekälte)
- Endenergiebedarf Hilfsstrom (für Wärme-, Kälte- und Lüftungssysteme)
- Betriebsstromenergiebedarf

- Beleuchtungsenergiebedarf (nur wenn getrennte Erfassung vom Betriebsstrom geplant ist)
- CO₂-Emissionen
- Erzeugung Erneuerbare Energien (ausgenommen jener Erzeugung, die in der Hochrechnung des Endenergiebedarfs Raumwärme/Warmwasser oder Kälte bereits berücksichtigt wurde)
- Erzeugung PV-Strom (getrennt nach Nutzung im Gebäude, Netzeinspeisung)

Spezifische Simulationsrandbedingungen

- **Kriterien:**
 - a) Überprüfung der konditionierten Brutto- Grundfläche (für das Gesamtgebäude) gem. ÖNORM B 1800 und den spezifischen Festlegungen der ÖNORM B 8110-6-1.
 - b) Überprüfung des konditionierten Bruttovolumens (für das Gesamtgebäude) und Korrelation zur konditionierten BGF

c) Verwendung des Außenmaßbezugs für die Erfassung von Bauteilflächen (stichprobenartig anhand einer Fassade)

Nachweis:

3D-Darstellungen Baukörper, Vorgangsweise: Import IFC-Modell, automatisiertes Erstellen der einzelnen Zonen, Zusammenfassen von Zonen

Kommentar:

gem. EA, in Simulation Nettobezug, 3D-Gebäudeerfassung

- **Kriterium:**
Korrekte Eingabe von Fensteranzahl und Fenstergrößen (stichprobenartig anhand einer Fassade)
- **Kriterium:**
Nachweis g-Wert der Verglasungen nach ÖNORM EN 410, Ug-Wert nach ÖNORM EN 673 (rechnerisch ermittelt) sowie des U_f -Wertes anhand von Herstellerangaben und Prüfsertifikaten der tatsächlich eingebauten Verglasungen/Fensterrahmen.
- **Kriterium:**
Nachweis der Wärmeleitfähigkeit über Herstellerangaben / Bemessungswerte nach nationaler Norm oder baurechtlicher Zulassung für Dämmstoffe mit einem Lambda-Wert von kleiner gleich $\lambda_R \leq 0,032 \text{ W/mK}$

Nachweis:

MW-W_WLG032; genutzt in: W04_AWh; D09_AD

Kommentar:

Nachweis durch Bauphysik (siehe Einreichung)

- **Kriterium:**
Überprüfung der Eingabe der detaillierten Verschattung der Fenster – bei den Stufen Silber und Gold.

Nachweis:

3D-Darstellungen SIM-Modell; adapt. Horizont-Darstellung Meteonorm

- **Kriterium:**
Im Falle detaillierter Wärmebrückenberechnungen: wurden alle relevanten (positiven) Wärmebrücken, die sich ungünstig auf den Heizwärmebedarf auswirken, erfasst?

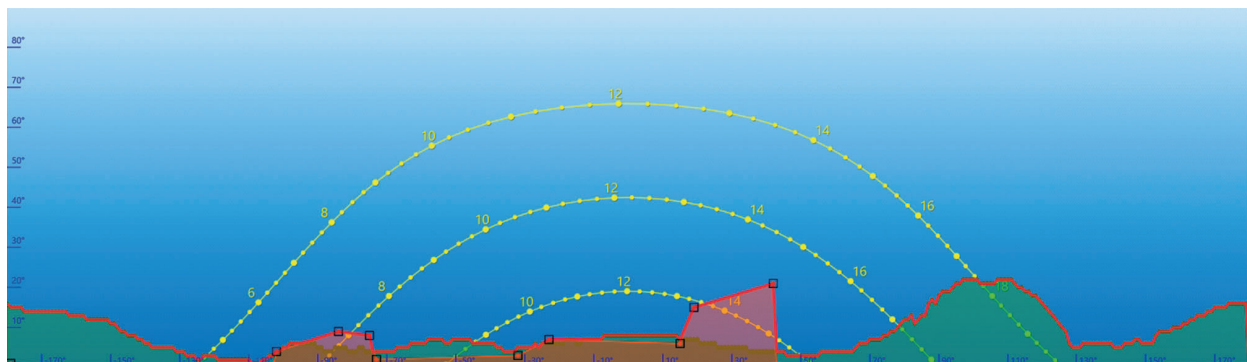
Nachweis:

Berücksichtigung von Wärmebrücken über Standard-Werte »good«;

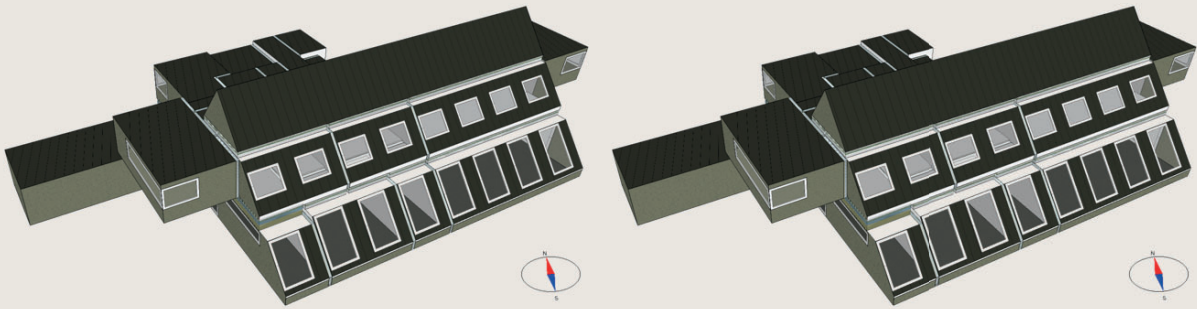
Kommentar:

sofern vorhanden können detaillierte Nachweise aufgenommen werden

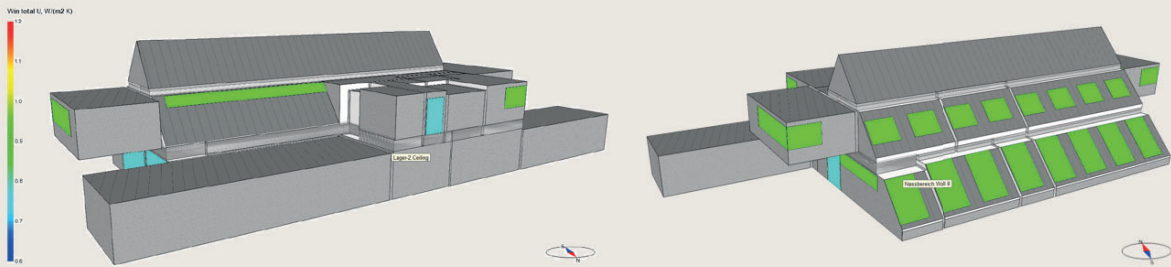
Horizont aus Metenorm inkl. Berücksichtigung umstehender Gebäude dar (Quelle: gis.stmk.gv.at, maps.google.at).



BIM-Modell

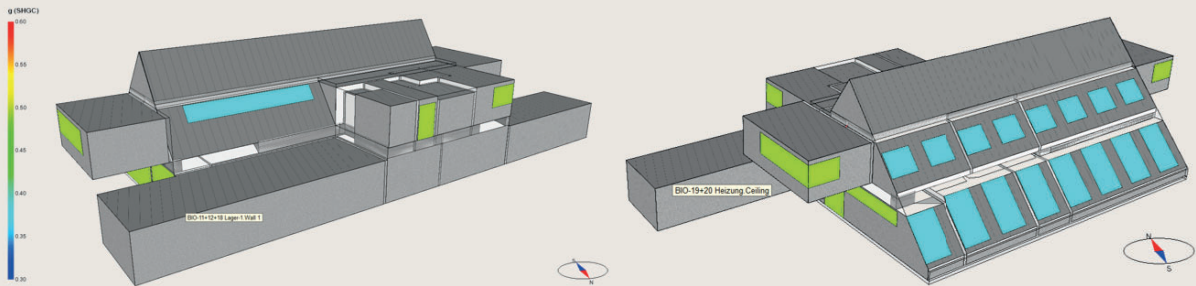


Dokumentation U_w -Wert Fensterkonstruktion

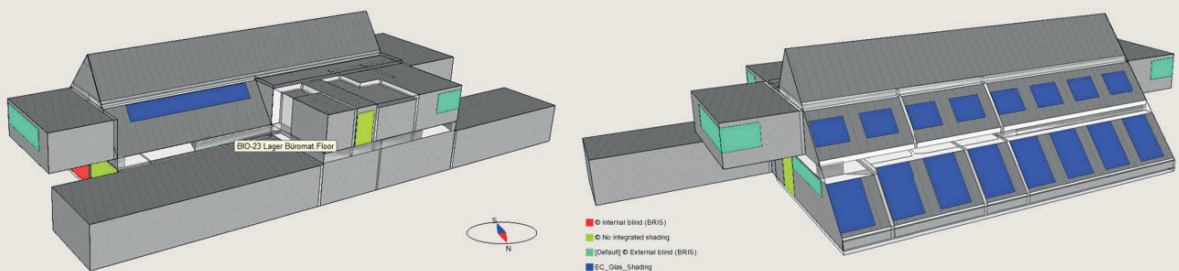


Dokumentation g-Wert

Dachflächenfenster mit electrochromer Verglasung SAGE ausgestattet



Dokumentation Sonnenschutz



- **Kriterium:**

Bei Gebäuden mit mechanischer Lüftung: Überprüfung des eingetragenen n_{50} -Wertes (der Luftdichtheit der thermischen Gebäudehülle) im Energieausweis

Nachweis:

$n_{50} = 1,0 \text{ h}^{-1}$ Windschutz: »Exposed« gem. AIVC

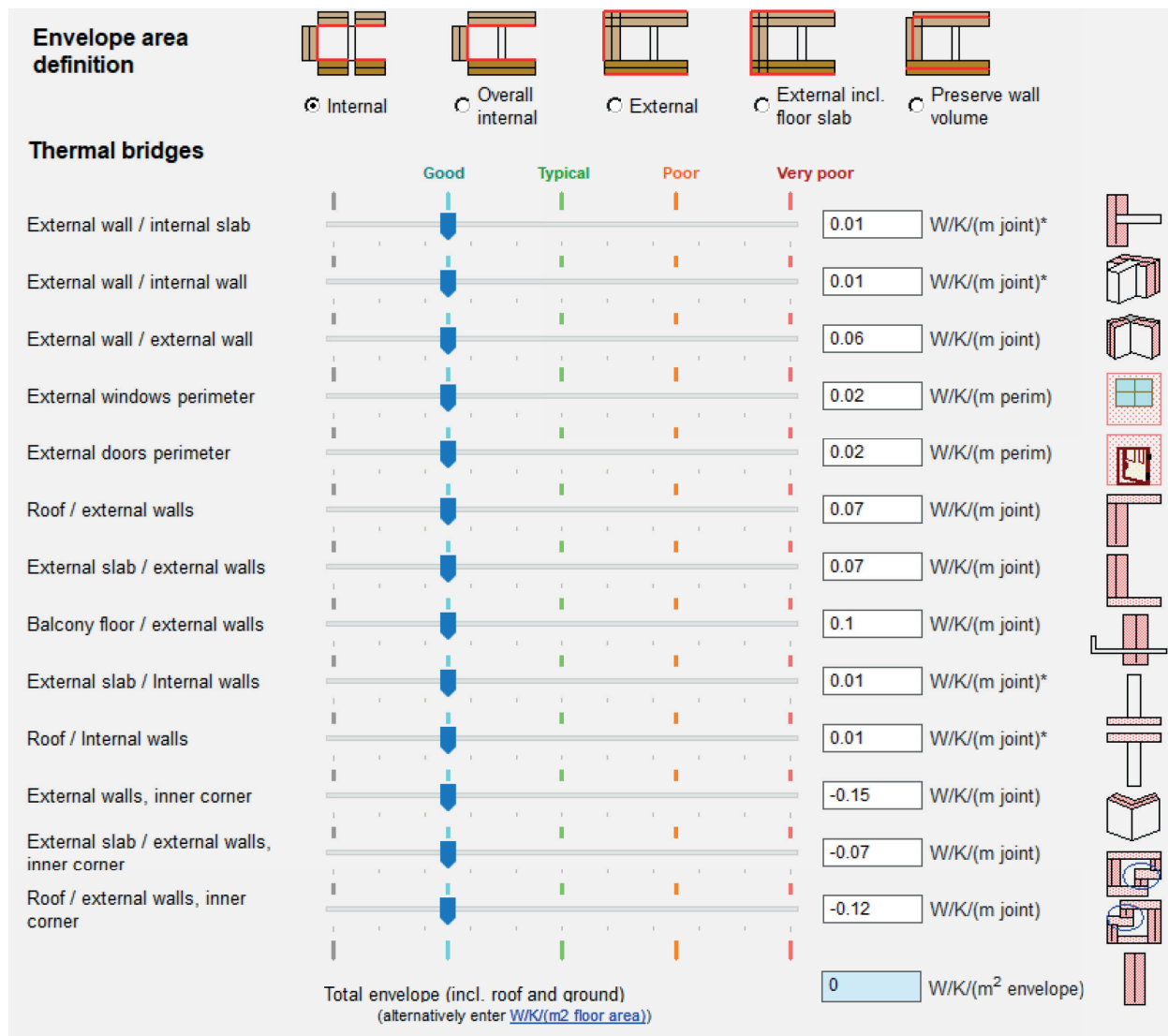
Kommentar:

Wert ggf. noch anpassen

- **Kriterium:**

Stimmen die eingetragenen Luftvolumina bei Lüftungsanlagen (mit und ohne WRG) mit einer optimierten Bedarfsauslegung zusammen? Liegt nach Fertigstellung ein Einregulierungsprotokoll der Lüftungsanlage vor (siehe nachfolgende Aufstellungen)?

Einstellungen zur Berücksichtigung von Verlusten durch Wärmebrücken in IDA ICE.



- **Kriterium:**

Sind der WRG-Grad und die luftmengenspezifische elektrische Leistungsaufnahme der Zu- und Abluftventilatoren von Lüftungsanlagen (über Produktdatenblätter der Hersteller) belegt und im Energieausweis nach Fertigstellung nachgezogen?

Nachweis:

WRG = 0,82; $SFP_{ZU} = 1,289 \text{ kW/m}^3/\text{s}$; $SFP_{AB} = 1,109 \text{ kW/m}^3/\text{s}$

Kommentar:

gem. Datenblatt Lüftungsanlage

- **Kriterium:**

Stimmt der verwendete Default- Wert des Primär-energie- und CO_2 -Konversionsfaktors bei Fern- oder Nahwärmenetzen mit dem örtlichen Produktionsmix zusammen?

Nachweis:

nicht relevant: Beheizung über Pelletskessel

Spezifische Simulationsrandbedingungen

| Gruppenname | Geschoss- höhe | Raumhöhe | Fläche | Heiz- Grenzwert | Kühl- Grenzwert | Lüftungsgerät |
|-----------------------|-------------------|----------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| | [m] | [m] | [m ²] | [°C] | [°C] | [-] |
| BIO-01 Windfang-EG | 0,00 | 3,20 | 10,300 | 18 | — | AHU |
| BIO-02 Foyer-EG | 0,00 | 3,20 | 113,600 | 20 | 26 | AHU |
| BIO-02a Aufzug | 0,00 | 2,50 | 3,007 | 18 | — | AHU |
| BIO-03 Saal | 0,00 | 3,50 | 105,000 | 22 | 26 | AHU |
| BIO-04 Küche | 0,00 | 3,50 | 16,020 | 20 | 26 | AHU |
| BIO-05 Schüler | 0,00 | 3,50 | 33,180 | 22 | 26 | AHU |
| BIO-06-10 Nassbereich | 0,00 | 3,20 | 72,100 | 22 | — | AHU |
| BIO-11+12+18 Lager-1 | 0,00 | 3,10 | 97,830 | 18 | — | AHU |
| BIO-13+14 Lager-2 | 0,00 | 3,20 | 27,200 | 18 | — | AHU |
| BIO-19+20 Heizung | 0,00 | 3,10 | 54,110 | 18 | — | AHU |
| BIO-21 Windfang-OG | 3,95 | 2,80 | 10,190 | 18 | — | AHU |
| BIO-22 Server | 3,95 | 2,80 | 8,540 | 18 | 26 | AHU |
| BIO-23 Lager Büromat | 3,97 | 2,37 | 2,963 | 18 | — | AHU |
| BIO-24+25 Foyer-OG | 3,95 | 2,80 | 96,920 | 20 | 26 | AHU |
| BIO-24a Aufzug | 3,95 | 2,50 | 3,007 | 18 | — | AHU |
| BIO-26 Aufenthalt | 3,95 | 2,80 | 33,260 | 22 | 26 | AHU |
| BIO-27-30 Büro-1 | 3,95 | 2,80 | 64,730 | 22 | 26 | AHU |
| BIO-31 Büro-2 | 3,95 | 2,80 | 31,800 | 22 | 26 | AHU |
| BIO-32-33 Büro-3 | 3,95 | 2,80 | 32,040 | 22 | 26 | AHU |
| BIO-34 Büro-4 | 3,95 | 2,80 | 37,010 | 22 | 26 | AHU |
| BIO-35 Labor | 3,95 | 2,80 | 25,540 | 22 | 26 | AHU |
| BIO-36 Lager-OG | 3,95 | 2,80 | 9,231 | 18 | — | AHU |
| BIO-37+38 WC-OG | 3,95 | 2,50 | 12,930 | 18 | — | AHU |
| BIO-40 Dachraum | 7,19 | 2,00 | 125,600 | -15 | — | AHU |

- **Kriterium:**

Wurde bei der Eingabe des Primärenergie- und CO₂-Konversionsfaktors bei Fern- oder Nahwärme die Nachweismöglichkeit über Einzelnachweis gemäß EN 15316-4-5 genutzt?

Liegt dazu ein Nachweisdokument durch den Fern- oder Nahwärmebetreiber vor?

Nachweis:

nicht relevant: Beheizung über Pelletskessel

- **Kriterium:**

Stimmt das ausgewählte Nutzungsprofil für Nichtwohngebäude mit der tatsächlichen Gebäudenutzung überein?

Nachweis:

individuelle Nutzungsprofile erstellt gem. Raum- buch Haustechnik;

Kommentar:

Tagesverlauf Personenanwesenheit, Geräte gem. SIA 2024

Spezifische Simulationsrandbedingungen

| Gruppenname | System | Zuluft | Rückluft |
|-----------------------|--|-------------------------|-------------------------|
| | | [L/(s.m ²)] | [L/(s.m ²)] |
| BIO-01 Windfang-EG | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,00 | 0,00 |
| BIO-02 Foyer-EG | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 1,50 | 1,50 |
| BIO-02a Aufzug | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,56 | 0,56 |
| BIO-03 Saal | VAV, geplant ZP-P Vorstellungsraum | 2,80 | 2,80 |
| BIO-04 Küche | VAV, geplant ZP-L Küche | 5,30 | 5,30 |
| BIO-05 Schüler | VAV, geplant ZP-P Schulzimmer SIA 2024 | 4,30 | 4,30 |
| BIO-06-10 Nassbereich | VAV, geplant ZP-L WC SIA 2024 | 3,40 | 3,40 |
| BIO-11+12+18 Lager-1 | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,00 | 0,00 |
| BIO-13+14 Lager-2 | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,00 | 0,00 |
| BIO-19+20 Heizung | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,00 | 0,00 |
| BIO-21 Windfang-OG | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,00 | 0,00 |
| BIO-22 Server | VAV, geplant ALWAYS_ON | 2,60 | 2,60 |
| BIO-23 Lager Büromat | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,14 | 0,14 |
| BIO-24+25 Foyer-OG | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 1,50 | 1,50 |
| BIO-24a Aufzug | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,56 | 0,56 |
| BIO-26 Aufenthalt | VAV, geplant ZP-P Küche, Teeküche SIA 2024 | 3,10 | 3,10 |
| BIO-27-30 Büro-1 | VAV, geplant ZP-L Büro SIA 2024 | 2,50 | 2,50 |
| BIO-31 Büro-2 | VAV, geplant ZP-L Büro SIA 2024 | 2,50 | 2,50 |
| BIO-32-33 Büro-3 | VAV, geplant ZP-L Büro SIA 2024 | 2,50 | 2,50 |
| BIO-34 Büro-4 | VAV, geplant ZP-L Büro SIA 2024 | 2,80 | 2,80 |
| BIO-35 Labor | VAV, geplant ZP-P Laborraum SIA 2024 | 2,80 | 2,80 |
| BIO-36 Lager-OG | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,00 | 0,00 |
| BIO-37+38 WC-OG | VAV, geplant ZP-L WC SIA 2024 | 3,40 | 3,40 |
| BIO-40 Dachraum | VAV, geplant ZP-L Verkehr SIA 2024 | 0,00 | 0,00 |

Domestic hot water use

Average hot water use: kWh/year

Distribution of hot water use: © ZP-P Büro SIA 2024

[T_DHW = 55°C (incoming 5°C); find further details in [Plant](#) and Boiler; DHW can, optionally or additionally, also be defined at the zone level]

[The curve is automatically rescaled to render given average total usage]

Distribution System Losses

Domestic hot water circuit: W/(m2 floor area) % to zones*

Heat to zones: % of heat delivered by plant (incl. delivered to ideal heaters) % to zones*

Cold to zones: W/m2 floor area % to zones*

Supply air duct losses: W/m2 floor area, at dT_duct_to_zone 7 °C % to zones*

None Good Typical Poor Very poor

[*Share of loss deposited in zones according to floor area]

Einstellungen zur pauschalen Berücksichtigung von Verlusten.

- **Kriterium:**

Wurde bei der Ermittlung der Erträge von PV- oder thermischen Solar- Anlagen die Verschattung einzelner Module berücksichtigt?

Nachweis:

ja, siehe oben;

in Horizont der Klimadaten berücksichtigt

- **Kriterium:**

Wurden verschiedene Nutzungszonen (ggf. mit unterschiedlicher Versorgung in der Anlagentechnik) angelegt, wie in ÖNORM B 8110-6-1 gefordert, falls Flächengrenzen überschritten werden?

Nachweis:

raumweise Nutzungsprofile

- **Kriterium:**

Entspricht die Heizwärme- und Warmwasserverteilung der umgesetzten Anlagentechnik?

Nachweis:

zentrale Bereitstellung über Pelletskessel; Verluste als Pauschalwerte gem. IDA ICE »good«.

Kommentar:

DHW-Bedarf: gem. EA-Vorentwurf 4500 kWh/a

- **Kriterium:**

Wurde der Beleuchtungsenergiebedarf (BeLEB) mit Default-Werten (LENI-Benchmark-Werten gem. ÖNORM H 5059) im OIB Energieausweis berücksichtigt oder detailliert eingetragen?

Nachweis:

raumweiser Beleuchtungslasten inkl. Regelung (Betriebszeiten und Tageslichtversorgung)

- **Kriterium:**

Wurde der Betriebsstrombedarf (BSB) in der »klimaaktiv« Deklaration mit Default-Werten oder reduziert berücksichtigt?

Nachweis:

tägliche und wöchentliche Nutzungszeiten gem. SIA 2024 (tw. adaptiert) Gerätelasten gem. Geräteliste

- **Kriterium:**

Überprüfung der Verschattungsfaktoren c-Werte für bewegliche Sonnenschutzeinrichtungen (außen oder innenliegend) nach DIN EN 13363-1 bei der Ermittlung des außeninduzierten Kühlbedarfs und des Kühlenergiebedarfs: Sind die F_c -Werte plausibel in Hinblick auf die geplanten Verschattungseinrichtungen? Stimmen die F_c -Werte mit dem im Energieausweis berücksichtigten g-Wert der Verglasungen zusammen? Sind diese Faktoren durch Herstellerangaben für die tatsächlich eingebauten Verschattungseinrichtungen bei Fertigstellungsdeklaration belegt? Gibt es darüber hinaus eine Foto-Dokumentation zu den Verschattungseinrichtungen?

Nachweis:

Dachflächenfenster:

elektrochromes Glas mit g-Wert min. 0,03 und max. 0,35 in fünf Stufen (0/0,25/0,50/0,75/1,00)

mit Regelgröße I_{global} [W/m^2] <120/180/250/350/>350 bzw Stufe 5 auch bei $T_{amb} >24$ °C

PR-Fassade: innenliegende Raffstore $z = 0,65$ (default IDA ICE)

sonstige Fenster: außenliegende Raffstore $z = 0,14$ (default IDA ICE)

- **Kriterium:**

Entspricht die Eingabe der Kälteversorgung, -verteilung, -abgabe der tatsächlich umgesetzten Anlagentechnik?

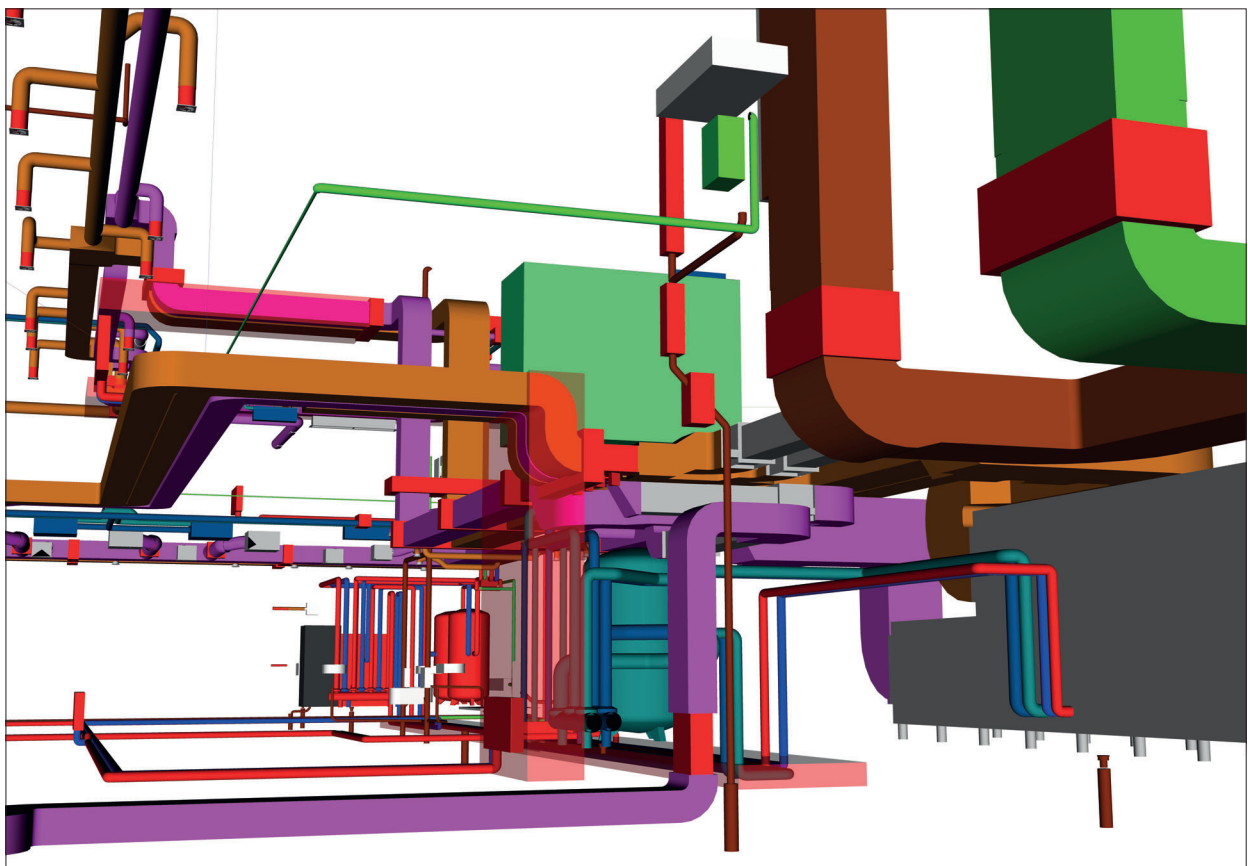
Nachweis:

zentrale Bereitstellung über Kältemaschine; Verluste als Pauschalwerte gem. IDA ICE »good«; raumweise Fan-Coils im Modell erfasst

Kommentar:

Anlagenschaltbild siehe folgende Abbildung.

Ausschnitt des TGA-Modells.



- **Kriterium:**

Je nach TGA-Ausstattung kann die Überprüfung weiterer HKL-Komponenten (zB COP-Werte von Wärmepumpenanlagen etc) erforderlich sein.

Nachweis:

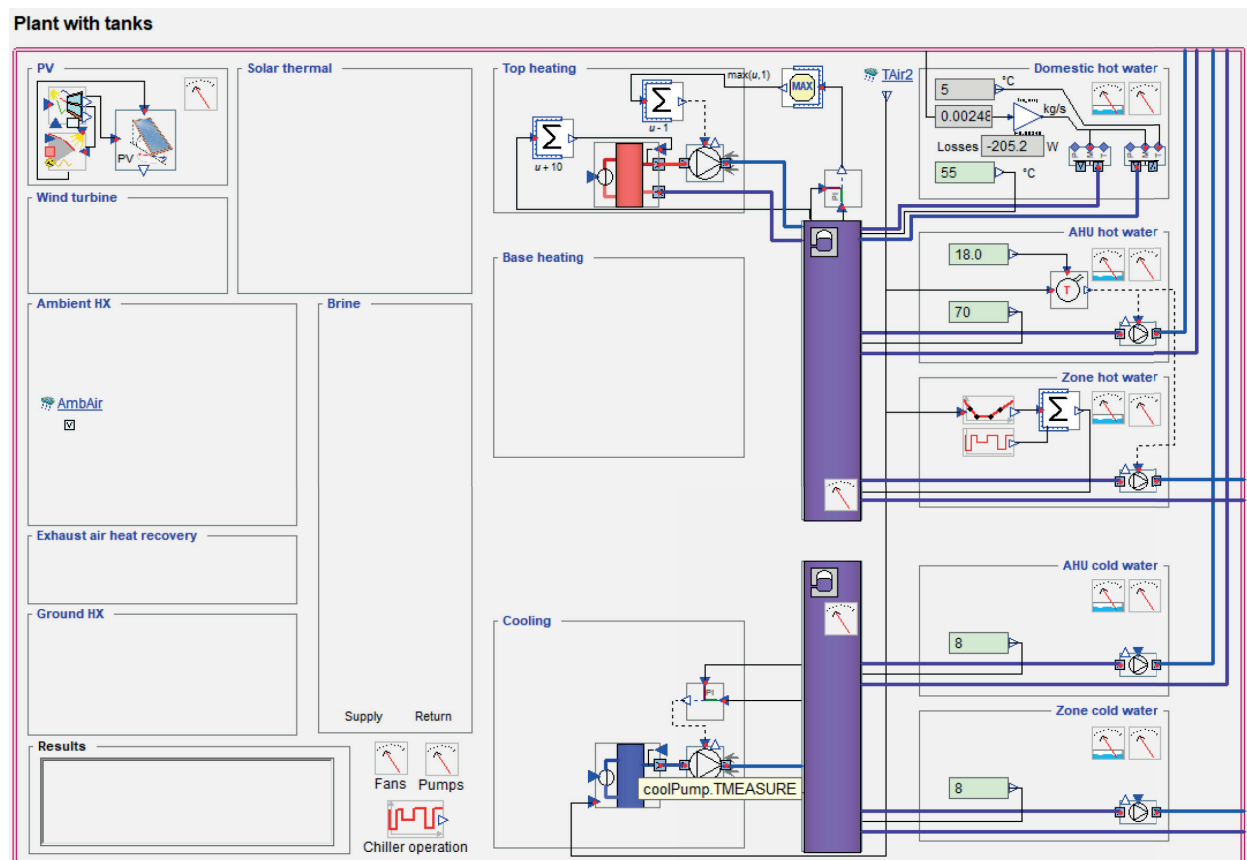
COP angenommen 4,0 (EER) Datenblatt Kältebereitstellung noch nicht verfügbar

ANMERKUNG: Passive Nachtlüftung im Foyer-Bereich (siehe Abschnitt »Sommernachtlüftung «) wurde für die Verbrauchsabschätzung nicht berücksichtigt.

Plant (Anlagenmodell):

- Daten für Pumpen, Boiler, Chiller aus Datenblättern übernommen;
- Auslegungswerte (VL, Temp.Diff.) aus Anlagenschema übernommen
- PV entsprechend der Angabe von tgaplan und Geometrie Gebäudemodell übernommen

Anlagenmodell.



Tageslichtversorgung / Beleuchtung (B.6.1)

Anforderung

»Die primäre Nachweismethode für die Tageslichtversorgung ist eine Tageslichtsimulation. Die Tageslichtsimulation wird zur Optimierung der Tageslichtversorgung in Gebäuden eingesetzt. Sie kann u.a. die Tageslichtverteilung untersuchen, die Leuchtdichte, die Effizienz von Verschattungs- und Lichtlenkssystemen und das optimale Zusammenwirken von Kunst- und Tageslicht ermitteln. Als Ergebnisse einer Simulation sind die Tageslichtverteilung (ggf. in fotorealistischer Darstellung), die Berechnung der mittleren Tageslichtquotienten und deren Verteilung in einer Nutzebene von 0,85m sowie die Tageslichtautonomie zu ermitteln.« In der Simulation sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Raumgeometrie
- Fixverschattungen, Eigenverschattung
- Fensteranordnung (inkl. Anteil transparenter Flächen sowie Lichttransmissions- und Verschmutzungsgrad der Verglasung)
- Reflexionseigenschaften der inneren Raumboflächen, ggf. auskragender Bauteile
- lichtlenkende Elemente

Spezifische Simulationsrandbedingungen

Für die Ermittlung des Tageslichtquotienten wurden folgende spezifische Simulationsrandbedingungen für die Simulation in IDA ICE 4.8 (Rechenkern: Radiance) festgelegt:

- Height above floor 0,85 m
- Type of Sky CIE Overcast Sky
- Controllable shading none drawn
- Precision high precision
- Distance from walls 0,10 m
- Resolution 0,25 m

Die Bestimmung der Tageslichtautonomie erfolgte basierend auf der Jahressimulation unter Berücksichtigung von Klimadaten, Sonnenschutz und Raumnutzung. Dazu wurde zonenweise die gesamte jährliche Nutzungszeit, die jährliche Betriebszeit der Beleuchtung und als Differenz die Betriebszeit mit Tageslicht ausgewertet.

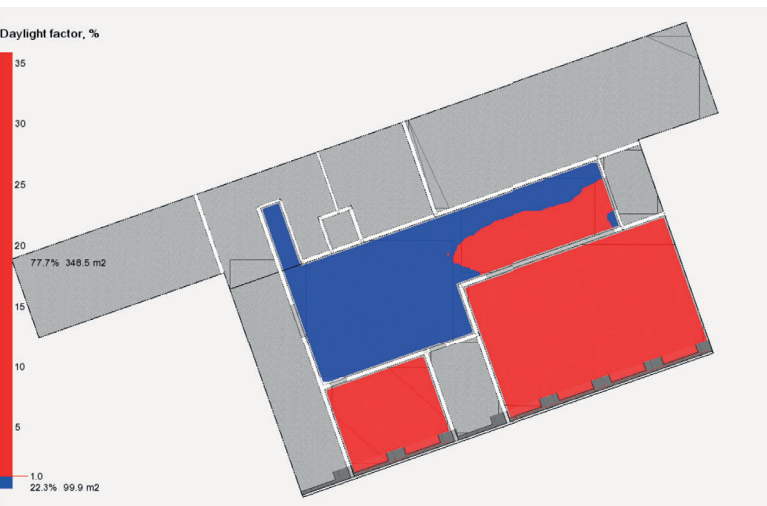
Ergebnisse

Die folgenden Abbildungen illustrieren die Anforderung gem. DIN 5034: bei seitlicher Belichtung sollte der Grenzwert $D > 0,95 \%$ in halber Raumtiefe eingehalten werden.

Durchschn. Tageslichtquotient D_{avg} (V06a, 14.01.2020), gesamte jährl. Nutzungszeit t_{ges} , Nutzungszeit mit Tageslichtnutzung t_{TL} , Nutzungszeit ohne Tageslichtnutzung t_{KTL} (V06b2, 14.01.2020:

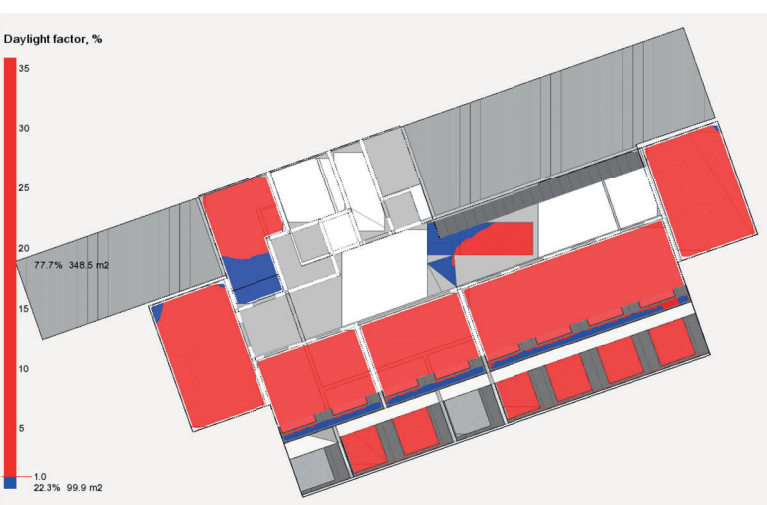
Ergebnisübersicht der Tageslichtnutzung

| Raumnr. | Zonenbezeichnung | D_{avg} [%] | t_{Nutz} [h] | t_{TL} [h] | t_{KTL} [h] |
|-----------|----------------------------|------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Bio 03 | Saal/Seminarraum | 11,22 | 3.240 | 1.700 | 1.540 |
| Bio 05 | Schülerraum | 14,23 | 3.240 | 1.470 | 1.770 |
| Bio 26 | Aufenthaltsraum + Küche MA | 5,19 | 3.240 | 2.482 | 758 |
| Bio 27-30 | Einzelbüros | 7,83 | 3.240 | 1.330 | 1.910 |
| Bio 31 | Doppelbüro | 7,12 | 3.240 | 1.210 | 2.030 |
| Bio 32-33 | Einzelbüros | 7,15 | 3.240 | 1.200 | 2.040 |
| Bio 34 | Büro Institutsleiter | 5,24 | 3.240 | 1.160 | 2.080 |
| Bio 35 | Innovationslabor | 3,64 | 3.240 | 240 | 3.000 |



Tageslichtquotient (daylight factor) < 1,0 % dar (Erdgeschoß, Schnittebene 0,80 m; Randbedingungen: CIE Overcast Sky, Shading none drawn. (Bildquelle: IDA ICE, 2020))

Tageslichtquotient (daylight factor) < 1,0 % dar (1. Obergeschoß, Schnittebene 0,80 m; Randbedingungen: CIE Overcast Sky, Shading none drawn. (Bildquelle: IDA ICE, 2020)):



Sommernachtlüftung

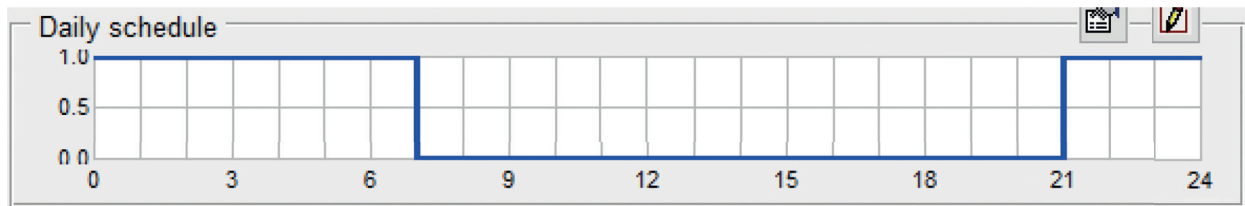
Anforderung

Die natürliche Schwerkraftkühlung oder Querlüftung nachts kann in der Übergangszeit und im Sommer bei richtiger Steuerung deutliche Vorteile gegenüber mechanischen Zu- und Abluftanlagen durch Wegfall von Ventilatorenergie bringen.

Dazu sind folgende Nachweise und Dokumentationen zu erbringen:

- Grundrisse/Ansichten, Fassadenschnitte, Raumbuch mit Bodenfläche und zugehöriger (ggf. automatisiert öffentlicher) Öffnungsfläche (Fenster, sonstige), lichte Öffnungsweiten (annäherungsweise 85 % der Architekturlichte), Fensteröffnungsarten (Plandarstellung), Kippweite bei Kippfenster, Beschreibung und in den Plänen bzw in der Gebäudesimulation Darstellung des Lüftungskonzepts
- Nutzflächenaufstellung des gesamten Gebäudes gemäß ÖNORM B 1800 und Darstellung, welche Bereiche natürlich belüftet werden.
- Dynamische Gebäudesimulation für alle kritischen Räume (unter den oben beschriebenen Bedingungen)
- Ermittlung des Anteils der belüftbaren Fläche an der NF

Die gesamte natürliche belüftbare Fläche des Gebäudes wird der gesamten Nutzfläche (NF) des Gebäudes gegenübergestellt. Das Verhältnis der Zahlen drückt den Anteil der natürlich belüftbaren Fläche im Gebäude aus und wird zur Bewertung im »klimaaktiv«-Kriterienkatalog herangezogen.



Zeitlicher Verlauf der Sommernachtslüftung.

Spezifische Simulationsrandbedingungen

Folgende spezifischen Simulationsrandbedingungen wurden getroffen:

- Oberlicht PR-Konstruktion Windfang
 - PI temperature AND schedule (Nightvent)
 - Opening: width 100 %, height 20 %, cd 0,65 (bezogen auf gesamte PR-Konstruktion des Windfangs)
- Schiebetür Windfang
 - PI temperature AND schedule (Nightvent)
 - Opening: width 100 %, height 100 %, cd 0,65
- Oberlicht Dachflächenfenster Foyer OG
 - PI temperature AND schedule (Nightvent)
 - Opening: width 80 %, height 100 %, cd 0,65

Der Simulationszeitraum wurde auf 01.05.–30.09 eingeschränkt (relevant für Sommernachtslüftung).

Ergebnisse

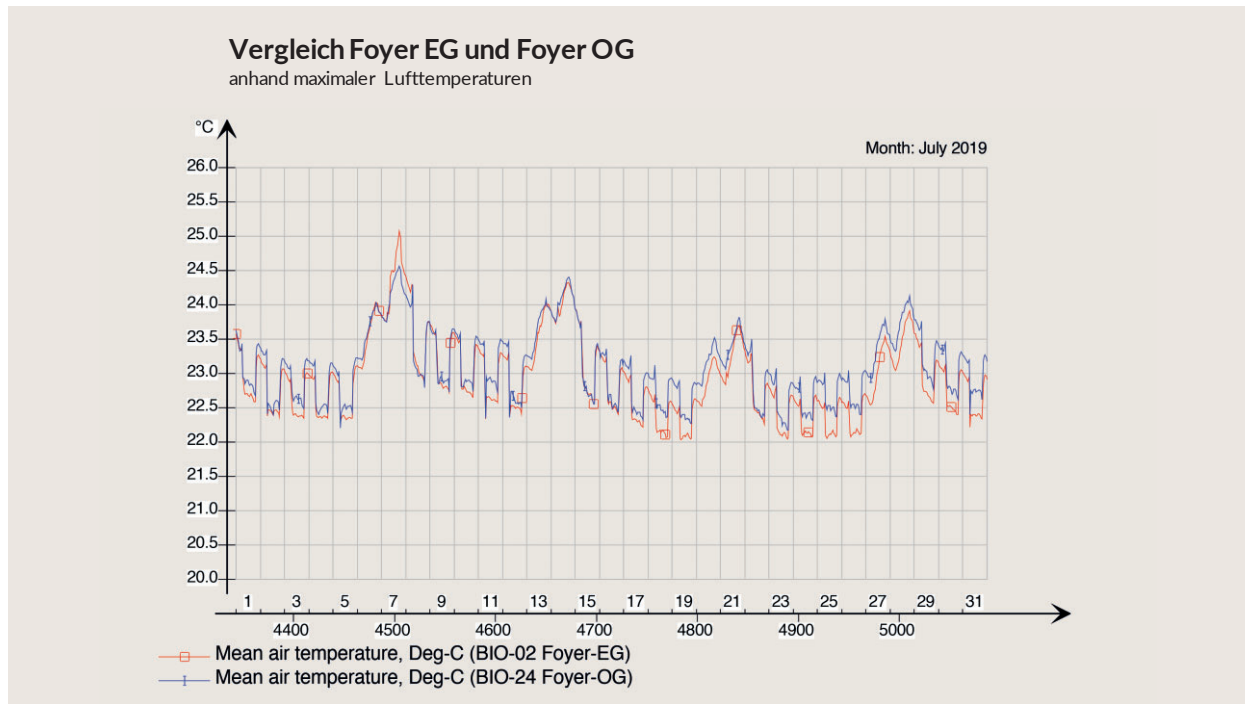
Der Anteil der mittels Sommernachtslüftung konditionierten Zonenflächen ist in der nachstehenden Tabelle dokumentiert. Hierbei handelt es sich jedoch nicht um Flächenangaben gem. ÖNORM B 1800, sondern um die äquivalenten Zonenflächen, wie sie in der thermischen Gebäude- und Anlagensimulation modelliert wurden. Dementsprechend beträgt der gesamte Flächenanteil 24,5 %.

In der Tabelle sind auch die maximalen Lufttemperaturen und operativen Temperaturen der betroffenen Zonen angeführt. Dementsprechend beträgt im Foyer die Lufttemperatur max. 25,0 °C. Die Anforderungen nach DIN EN 15251 für nicht gekühlte Räume sind dementsprechend erfüllt (Kategorie III).

Die maximalen Temperaturen des Windfangs sind hier nicht repräsentativ: Dieser erfüllt bestimmungsgemäß die Funktion eines Pufferraums ohne wesentliche Anforderungen an den thermischen Komfort.

Die hier beschriebenen Ergebnisse erläutern das Potenzial der Sommernachtslüftung für die festgelegten Flächen im vorliegenden Objekt. Um dieses Potenzial auch nutzen zu können, ist im Zuge der weiteren Planung und des Gebäudebetriebs sicherzustellen, dass entsprechende und notwendige organisatorische, bautechnische und sicherheitstechnische Maßnahmen getroffen werden.

| Sommernachtslüftung | | | | |
|--|-------------|------------------|---------------|--------------------|
| Raumnr. | Zonenbez. | D_{avg} [%] | Anteil [-] | $\theta_{air,max}$ |
| Bio 01 | Windfang EG | 10,3 | 0,011 | — |
| Bio 02 | Foyer EG | 113,6 | 0,126 | 25,02 |
| Bio 24 | Foyer OG | 96,9 | 0,108 | 24,69 |
| Total | | 220,8 | 0,245 | — |
| Gesamtgebäude (ohne Dachraum) | | 900,6 | | |



Thermischer Komfort im Sommer

Spezifische Simulationsrandbedingungen

Die Berechnung der raumweisen Kühllasten des Gebäudes erfolgen mit den nachfolgend angeführten Klimarandbedingungen für den Auslegungsfall (»design data day «) Sonnenschutz: Sonnenschutzelemente werden für zonenweise Kühllasten als aktiviert berücksichtigt.

Auslegungsdaten (Winter, Sommer) gem. ASHRAE 2013 für den Standort Aigen im Ennstal (111570)

| Design day data | | User-defined design days | |
|------------------------|--------|--------------------------|-------|
| Design data file | | | |
| ASHRAE 2013\111570.tbl | | | |
| | Winter | Summer | |
| Dry-bulb min | -16.2 | 12.8 | °C |
| Dry-bulb max | -8.9 | 28.6 | °C |
| Wet-bulb max | -9.3 | 19.4 | °C |
| Wind direction | 220 | 60 | ° |
| Wind speed | 0.7 | 2.9 | m/s |
| Clear-sky | tau_b | 0.292 | 0.377 |
| optical depth | tau_d | 2.459 | 2.289 |

Nutzungsannahmen:

- Gerätelasten: gem. Geräteliste (übermittelt am 13.01.2020); als maßgebend wurden die Bedarfs-werte (kWh/a) angesehen; diese wurden mit nor-mativ vorgegeben Gleichzeitigkeitswerten (Tages-verlauf, Wochenverlauf; siehe »Gerätezeitpläne« verknüpft)
- Gerätezeitpläne: gem. SIA 2024
- Personen: gem. Raumbuch Haustechnik
- Personenzeitpläne: gem. SIA 2024
- Beleuchtung: gem. Raumbuch Haustechnik (über-mittelt am 18.12.2019)
- Alle Wärmelasten wurden im Auslegungsfall mit 25 % Reserve in die Kühllastrechnung übernom-men.

Thermischer Komfort im Sommer

| Raumnr. | Zonenbezeichnung | Fläche [m ²] | zonenweise Kühllast [W] | Nutzkältebedarf [kWh] |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Bio 03 | Saal/Seminarraum | 105,0 | 5921 | – |
| Bio 04 | Küche | 16,0 | 1085 | – |
| Bio 05 | Schülerraum | 33,2 | 2104 | – |
| Bio 26 | Aufenthaltsraum + Küche MA | 33,3 | 2048 | – |
| Bio 27-30 | Einzelbüros | 64,7 | 974 | – |
| Bio 31 | Doppelbüro | 31,8 | 453 | – |
| Bio 32-33 | Einzelbüros | 32,0 | 464 | – |
| Bio 34 | Büro Institutsleiter | 37,0 | 467 | – |
| Bio 35 | Innovationslabor | 25,5 | 444 | – |
| | | | 22.45 kW | 12466 kWh |


Ergebnisse

Die Untersuchung von zonenweiser Kühlleistung und Nutzkältebedarf ergibt folgende Ergebnisse (Übersicht zonenweise Kühllasten (V06b1/14.01.2020, heat removed, W) und Nutzkältebedarf (V06b2/14.01.2020, cooling = zone cooling + AHU cooling, kWh))

7.5 Anhang

Nachfolgend werden die Eingabedaten der Simulation aufgeführt.

- Kesseldatenblatt

| Ansicht | |
|---|---|
| Name | Wert |
| ID | 7845 |
| Markenname | Fröling P4 Pellet 100 |
| Bild |  |
| Gruppe | Pellets Heizkessel |
| Lieferant | FRÖLING Heizkessel- und Behälterbau |
| Verfügbar | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Förderbar | <input type="checkbox"/> |
| Bezeichnung der Baureihe | P4 Pellet |
| Pn Typenschild | 100 kW |
| Pn | 99.4 kW |
| Pmin | 23.7 kW |
| EE-Klasse | |
| Raumheizung Energieeffizienzindex (EEI) | % |
| Raumheizung Jahresnutzungsgrad | % |
| UZ 37_2017 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| UZ 37_2008 | <input checked="" type="checkbox"/> |
| η_{Pn} | 94.3 % |
| η_{Pmin} | 93.7 % |
| Hilfsenergie | 0.1 % |
| Verlustanteil Abstrahlung | 0.1 % |
| Kesselklasse gemäß EN 303-5 | 3 |
| Leistungsregelung | modulierend |
| Brennwertnutzung | Nein |

Eingabedaten Simulation – Allgemein Angaben

| Project | | Building | |
|--------------|--|--------------------------|---------------------------------------|
| Customer | | Model floor area | 1.026,1 m ² |
| Created by | Markus Gratzl | Model volume | 2.714,2 m ³ |
| Location | Liezen (Aigen im Ennstal)_111570 (ASHRAE 2013) | Model ground area | 556,2 m ² |
| Climate file | AUT_AIGEN-IM-ENNSTAL_MOARHOF | Model envelope area | 1.828,9 m ² |
| Case | G196-19E_V07 | Window/Envelope | 9,5 % |
| Simulated | 10.03.2020 15:11:37 | Average U-value | 0,1802 W/(m ² K) |
| | | Envelope area per Volume | 0,6738 m ² /m ³ |

Eingabedaten Simulation – Luftwechselrate

Wind driven infiltration airflow rate
453 l/s | n₅₀ = 0,50 h⁻¹ (at 50 Pa)

Eingabedaten Simulation – Warmwasserbed.

| DHW use | Total |
|------------|-------|
| [kWh/year] | [l/s] |
| 4.548 | 0,002 |

Eingabedaten Simulation – Wärmebrücken

| | Länge [m] | Fläche [m ²] | durch. Wärmeleitfähigkeit [W/(m.K)] | [W/(m ² .K)] | Total [W/K] |
|---|--------------|-----------------------------|--|-------------------------|----------------|
| Außenwand / Innendecke | 63,07 | – | 0,005 | – | 0,315 |
| Außenwand / Innenwand | 70,30 | – | 0,005 | – | 0,352 |
| Außenwand / Außenwand | 33,39 | – | 0,060 | – | 2,004 |
| Außenfenster Perimeter | 292,69 | – | 0,020 | – | 5,854 |
| Außentüren Perimeter | 0,00 | – | 0,000 | – | 0,000 |
| Dach / Außenwände | 180,68 | – | 0,070 | – | 12,648 |
| Außendecke / Außenwände | 169,27 | – | 0,070 | – | 11,849 |
| Balkone / Außenwände | 0,00 | – | 0,000 | – | 0,000 |
| Außendecke / Innenwände | 25,11 | – | 0,005 | – | 0,126 |
| Dach / Innenwände | 247,43 | – | 0,005 | – | 1,237 |
| Außenwände, Innenecke | 11,59 | – | -0,050 | – | -0,580 |
| Dach / Außenwände, Innenecke | 46,57 | – | -0,009 | – | -0,464 |
| Außendecke / Außenwände, Innenecke | 15,96 | – | -0,022 | – | -0,357 |
| Gesamte Gebäudehülle (inkl. Dach und Bodenplatte) | – | 1804,85 | – | 0,000 | 0,000 |
| Extra Verluste | – | – | – | – | -1,534 |
| Total | – | – | – | – | 31,449 |

Eingabedaten Simulation – Gebäudehülle

| | Fläche [m ²] | U-Wert [W/(m ² K)] | U.A [W/K] | Anteil [%] | |
|---|-----------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|--|
| Wände oberirdisch | 410,40 | 0,14 | 56,77 | 17,23 | |
| W02_EWu | 9,72 | 0,23 | 2,27 | 0,69 | |
| W09_AW | 49,85 | 0,24 | 11,99 | 3,64 | |
| W01_EWu | 160,98 | 0,13 | 20,94 | 6,35 | |
| W04_AWh | 189,86 | 0,11 | 21,57 | 6,54 | |
| Wände unterirdisch | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Dach | 618,34 | 0,10 | 60,55 | 18,37 | |
| D07a_AD | 15,89 | 0,08 | 1,32 | 0,40 | |
| D07_AD | 147,80 | 0,08 | 12,49 | 3,79 | |
| D06_AD | 151,94 | 0,12 | 18,08 | 5,49 | |
| D09_AD | 302,70 | 0,09 | 28,66 | 8,70 | |
| Decken erdberührt | 556,17 | 0,06 | 34,36 | 10,43 | |
| D01_EBu | 556,17 | 0,06 | 34,36 | 10,43 | |
| Decken gegen Außenluft | 70,28 | 0,08 | 5,63 | 1,71 | |
| D05_DDh | 70,28 | 0,08 | 5,63 | 1,71 | |
| Fenster | 173,73 | 0,81 | 140,79 | 42,72 | |
| Pilkington Optitherm S3 (4S(3)-15Ar-4-15Ar-S(3)4) | 76,10 | 0,81 | 61,38 | 18,62 | |
| Saint-Gobain T4-12 m. COOL-LITE SKN 174+ar+PLANITHERM | 97,63 | 0,81 | 79,42 | 24,10 | |
| Türen | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| Wärmebrücken | | | 31,45 | 9,54 | |
| Total | 1828,90 | 0,18 | 329,55 | 100,00 | |

Eingabedaten Simulation – Lüftungsgerät

| Pressure head supply/exhaust [Pa/Pa] | Fan efficiency supply/exhaust [-/-] | System SFP [kW/(m ³ /s)] | Heat exchanger temp. Ratio/ min exhaust temp. [-/°C] |
|--|---|--|--|
| 966,80/827,4 | 0,75/0,75 | 1,29/1,11 | 0,80/1,00 |

Eingabedaten Simulation – Fenster

| | Fläche [m ²] | U _g [W/(m ² .K)] | U _f [W/(m ² .K)] | U _w [W/(m ² .K)] | U.A [W/K] | g [-] |
|-------|-----------------------------|---|---|---|--------------|----------|
| ONOE | 37,83 | 0,60 | 1,35 | 0,85 | 31,99 | 0,49 |
| SSO | 92,53 | 0,69 | 1,24 | 0,80 | 74,46 | 0,39 |
| WSW | 24,32 | 0,60 | 1,21 | 0,77 | 18,72 | 0,49 |
| NNW | 19,05 | 0,67 | 1,26 | 0,82 | 15,63 | 0,42 |
| Total | 173,73 | 0,66 | 1,27 | 0,81 | 140,79 | 0,42 |

Belegungszeiten

| Geplanter Name | Anteil [%] |
|-------------------------------|---------------|
| ZP-P Küche | 4,23 |
| ZP-P Schulzimmer SIA 2024 | 8,76 |
| ZP-P Küche, Teeküche SIA 2024 | 8,79 |
| ZP-P Laborraum SIA 2024 | 6,75 |
| ZP-P Vorstellungsraum | 27,74 |
| ZP-P Büro SIA 2024 | 43,74 |

Temperaturregelungszonen

| Sollwert Max/Min | Anteil [%] |
|------------------|---------------|
| – / 22,00 | 7,03 |
| 26,00 / 18 | 0,83 |
| 26,00 / 20 | 22,08 |
| – / -15 | 12,24 |
| 26,00 / 22 | 35,33 |
| – / 18 | 22,49 |

Beleuchtungszonen

| Geplanter Name | Anteil [%] |
|-------------------------------|---------------|
| ZP-L Küche | 1,56 |
| ZP-L Schulzimmer SIA 2024 | 3,23 |
| ZP-L WC SIA 2024 | 7,03 |
| ZP-L Küche, Teeküche SIA 2024 | 3,24 |
| ZP-L Laborraum SIA 2024 | 2,49 |
| ZP-L Vorstellungsraum | 10,23 |
| ALWAYS_OFF | 32,69 |
| ZP-L Büro SIA 2024 | 16,14 |
| ZP-L Verkehr SIA 2024 | 23,39 |

Ausrüstungszonen

| Geplanter Name | Anteil [%] |
|-------------------------------|---------------|
| ZP-G Küche | 1,98 |
| ZP-G Schulzimmer SIA 2024 | 4,11 |
| ZP-G WC, Bad, Dusche | 8,93 |
| ZP-G Büro SIA 2024 | 14,07 |
| ZP-G WC_MOAR | 1,60 |
| ZP-G Küche, Teeküche SIA 2024 | 4,12 |
| ZP-G Laborraum SIA 2024 | 3,16 |
| ZP-G Vorstellungsraum | 13,00 |
| ALWAYS_ON | 28,52 |
| ZP-G Büro SIA 2024 | 20,51 |

8

BIM im Facility Management

Autor:

Mikis Waschl (caFM Engineering GmbH)

Editiert von den Herausgebern

Der überwiegende Teil der Lebenszykluskosten (70 %) einer Immobilie entfallen auf die Nutzungsphase. Gleichzeitig werden in dieser Phase nur 5 % Daten genutzt, in der Planung sind es beispielsweise 70 % (Pfitzer et al., 2019). Das heißt: 70 % der Lebenszykluskosten werden mit nur 5 % der Daten gemanagt. Fehlende digitale Geschäftsmodelle, ein geringer digitaler Reifegrad und unterschiedliche Datenstandards entlang der gesamten Wertschöpfungskette sind heute die größten Hemmnisse für die Implementierung neuer Technologien und für die Realisierung digitaler Optimierungspotenziale in der Nutzungsphase von Immobilien.

Ein wesentlicher Anwendungsfall der Methodik BIM ist die bedarfsgerechte Übergabe der Daten an das Facility Management, in der Regel als „BIM2FIM“ bezeichnet. Dieser Anwendungsfall muss dabei in viele Sub-Anwendungsfälle unterschieden werden, die sich im Wesentlichen aus den einzelnen FM-Prozessen zusammensetzen. Exemplarisch können hier das Instandhaltungs-, Energie- und Reinigungsmanagement oder auch die Kostenprognose und -verfolgung sowie das Flächenmanagement erwähnt werden. Eine gesamtheitliche Auflistung der möglichen FM-Prozesse kann beispielsweise der Richtlinie GEFMA 100-2 (German Facility Management Association) entnommen werden, oder auch der ÖNORM B 1801-2.

8.1 Digitalisierung im Facility Management

Verglichen mit anderen Branchen und Industrien weist das Facility Management (FM) heute einen relativ geringen digitalen Reifegrad auf. Das begründet sich insbesondere durch die geringe Anerkennung der Leistungen und der Tragweite des Facility Managements (Auswirkungen auf Lebenszykluskosten, Anlagenlebensdauern, Energiebilanz, Mitarbeiterproduktivität etc). Zusätzlich überwiegt der Preis- über den Qualitätswettbewerb. Durchgängige Standards fehlen im Bereich der Leistungsbeschreibungen, aber auch bei den Datenstrukturen, sowohl der Stamm- als auch der Bewegungs- und Prozessdaten. Dies zeigt sich auch bei Entwicklungen in neuen Technologien. Nur ein Prozent der herausragenden deutschen Startups im Bereich der künstlichen Intelligenz (KI) ist in der Immobilienwirtschaft aktiv. Gleichzeitig wird KI als eine der wichtigsten Technologien gesehen, an denen die Menschheit arbeitet (Evana AG, 2021). Die deutsche Bundesregierung geht davon aus, dass künstliche Intelligenz „am wirtschaftlichen Wachstum in nahezu allen Bereichen in den kommenden Jahren eine entscheidende Rolle spielen wird“ (Bundesministerium für Finanzen, 2020).

Neben der KI werden auch Sensorik bzw IoT (Internet of Things) die traditionellen FM-Prozesse künftig massiv beeinflussen. Bisher erfolgte die Leistungsplanung nicht be-

darfsgerecht – beispielsweise im Bereich des Reinigungsmanagements und des Instandhaltungsmanagements. Leistungen wurden unabhängig vom tatsächlichen Bedarf, der Nutzungsintensität, des Abnutzungsvorrats oder des Instandhaltungsstatus nach starren Intervallen und Leistungsbeschreibungen erbracht. Dies war und ist in vielen Fällen technisch und wirtschaftlich nicht effizient. Gemessene (Sensorik, IoT) und interpretierte (KI) Daten werden hier in den nächsten Jahren ein wesentlicher Disruptions- und Optimierungshebel sein. Die Basis hierfür bildet in beiden Fällen jeweils eine belastbare, gepflegte und offene Datengrundlage, wie sie beispielsweise durch die Methodik BIM und offene Formate wie IFC zur Verfügung gestellt werden kann. Auch aus diesem Grund setzte dieses Projekt auf openBIM (BIM mit offenen Formaten).

8.2 Potenzial von BIM für das Facility Management

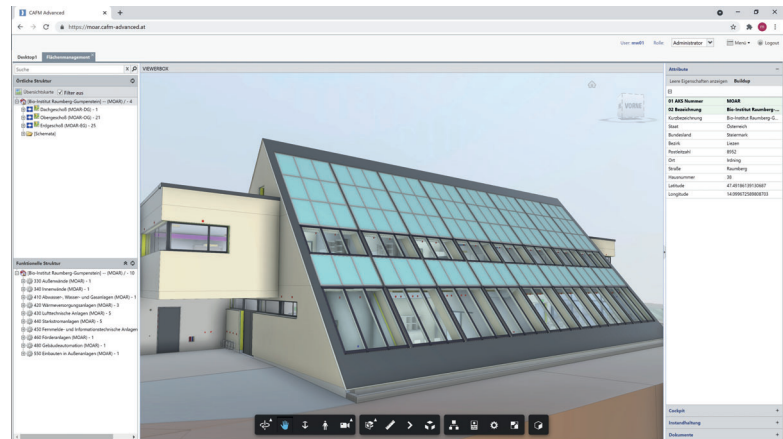
Die Facility-Management-Kosten (bzw die Kosten der Objektbewirtschaftung) werden häufig als ein Kostenblock zusammengefasst. Bei genauerer Betrachtung dieser Kosten sind aber unterhalb der Oberfläche vermeidbare Kosten in signifikantem Umfang zu erkennen (ähnlich einem Eisberg).

In Studien, Richtlinien und Umfragen gibt es zahlreiche Ansätze, diese Kosten greifbar zu machen:

- Facility Manager/innen berichten, dass sie über 20 % ihrer Arbeitszeit mit der Suche nach Informationen verbringen (Anlagenbeschreibungen, technische Daten, Wartungsberichte etc). Die GEFMA beschreibt in ihrer Richtlinie GEFMA 460, dass dieser Aufwand um bis zu 70 % reduziert werden könnte.
- Ebenfalls in GEFMA 460 wird von einer möglichen Optimierung des Gewährleistungsmanagement in Höhe von bis zu 5 % der Investitionskosten gesprochen.
- Aufwände für die Ermittlung von Massen im Zuge von Vergaben von Facility Services können um bis zu 70 % reduziert werden – bei steigender Datenqualität.
- Vermeidbare Anfahrten durch fehlende Informationen können reduziert werden.
- Der Aufwand für die Datenerfassung und Aufbereitung wird massiv reduziert, beispielsweise bei der Inventur oder bei der Erstellung von Wertgutachten.

Die fehlende Verfügbarkeit von Daten und Informationen ist dem Informationsverlust in der Übergabe von der Errichtungs- in die Betriebsphase geschuldet. Unterschiedliche Tools, Formate, Interessen, Anforderungen und Projektbeteiligte haben bisweilen eine geordnete Datenübergabe verhindert.

Für alle diese Problemstellungen und die daraus entstehenden vermeidbaren Betriebs- und Folgekosten leistet



Digitale Gebäudemodelle als zentrale Datenspeicher bieten dem Facility Management vielfältige Vorteile

die Methodik BIM und die daraus entstehenden Möglichkeiten zur Digitalisierung Abhilfe. Die wesentlichen Vorteile der Methodik BIM für das Facility Management können in vier Kategorien zusammengefasst werden:

- **Daten sind abrufbar**
Informationen aus dem digitalen Zwilling sind immer und von überall zugänglich. Die Abhängigkeit von Plänen, Funktionalbeschreibungen, Detailzeichnungen etc wird somit erheblich reduziert.
- **Daten sind belastbar**
Die Informationen im digitalen Gebäudemodell geben immer den aktuellen Projektstand wieder. Ist etwas im digitalen Zwilling enthalten, dann kann man sich auf diese Information verlassen und auf Basis dessen planen.
- **Daten sind erweiterbar**
In einem digitalen Gebäudemodell können unendlich viele Informationen enthalten sein. Oftmals reicht auch nur der Verweis auf Informationen in externen Datenbanken.
- **Daten sind teilbar**
Das digitale Gebäudemodell kann allen Projektpartnern Informationen zur Verfügung stellen. Manuelle Verteilungen entfallen.

8.3 Vorgehensweise

Nachfolgender Workflow ist anzustreben, um den Nutzen der Methodik BIM für das Facility Management zu realisieren:

1. Immobilien- und FM-Strategie kennen

Aus der Immobilien- und FM-Strategie geht hervor, welche Ziele (harte, also messbare Ziele genauso wie weiche, also qualitative Ziele) im Rahmen der Objektnutzung und -bewirtschaftung erreicht werden müssen. Sie sind die Basis für die Entwicklung der aus facilitärer Sicht relevanten und erforderlichen Prozesse.

2. Use-Cases (Anwendungsfälle) definieren

Nicht alle Prozesse müssen auch digitalisiert werden. Es wird empfohlen, nur wertschöpfende Prozesse zu digitalisieren und auch dabei eine Kosten-Nutzen-Evaluierung durchzuführen. Auf Basis der zu digitalisierenden Prozesse können nun für jeden Prozess einzelne Anforderungen an Daten festgelegt werden. So werden beispielsweise für das Reinigungsmanagement hauptsächlich Flächendaten (Böden, Fenster und sonstige Oberflächeninformationen) benötigt, für das Wartungsmanagement hauptsächlich Anlagendaten (Leistungs- und Gewährleistungsdaten, technische Daten etc) und für das Energiemanagement hauptsächlich Verbrauchs- und Zählerdaten.

3. Rechtzeitig Anforderungen definieren

Jeder Prozess trägt also unterschiedliche Data-Requirements (Anforderungen) in sich. Diese Daten sind zu einem gesamtheitlichen Anforderungsprofil zusammenzuführen, sowohl in alphanumerischer Sicht (LOI) als auch in geometrischer Sicht (LOG).

Aus facilitärer Sicht wird es zusätzlich erforderlich sein, hierarchische, funktionsbezogene Anlagenbäume zu erstellen. Diese verfügen über eine entsprechende logische Anlagencodierung – das sog Anlagenkennzeichnungssystem, zum Beispiel in Anlehnung an die DIN 6779-12. Ebenfalls aus facilitärer Sicht erforderlich ist eine Anlagenbeschilderung vor Ort, zumindest mit QR-Codes oder

RFID (Radio-frequency identification). Diese ermöglichen eine maschinenlesbare Verbindung zwischen dem physischen Element vor Ort und dem digitalen Abbild. Auch Vorgaben für die Erstellung der Projektdokumentation und deren Verbindung in das Modell erweisen sich als effizient.

Die Gesamtheit der Anforderungen ist in den BIA (Betreiber-Informationen-Anforderungen) zu Beginn der Planung an das Projektteam zu übergeben und wird verbindlicher Vertragsbestandteil aller Planungs- und Errichtungsfirmen, damit die Übergabe der Daten in der für das FM geschuldeten Qualität sichergestellt werden kann.

4. Laufende Kontrolle

Eine laufende, bausynchrone Begleitung, ähnlich einer örtlichen Bauaufsicht, ist auch für den Leistungsbereich (digitale) Bauwerksdokumentation erforderlich. Test- und Qualitätssicherungsläufe in den frühen Projektphasen vermindern das Risiko von unerwünschten Interpretationen, Missverständnissen oder einer zu späten Behandlung der Thematik. Ein zusätzlicher Haftrücklass oder eine Pönalisierung dieses Leistungsbereichs sind überdies denkbare Maßnahmen, gegebenenfalls gekoppelt an die Verweigerung der Abnahme. Von großer Bedeutung ist insbesondere die Definition einer zentralen Stelle, die die Zusammenführung der unterschiedlichen Gewerke koordiniert. Dies betrifft dabei sowohl die grafischen/geometrischen Informationen, als auch die Anlagen- und Inventarlisten auf Basis der zur Anwendung kommenden AKS-Struktur (Anlagenkennzeichnungssystem). Sie ist eine zentrale Voraussetzung für einen effizienten Gebäudebetrieb, der durch digitale Werkzeuge unterstützt wird.

Bestandteile dieses Arbeitsschritts sind auch das Anbringen der QR-Codes vor Ort sowie die Kontrolle der vollständigen Eingabe der Anlageninformationen bzw -merkmale durch die Errichtungsfirmen.

5. Übernahme in ein CAFM-Tool (oder vergleichbar)

Wenn die Arbeitsschritte 1. bis 4. vollständig und mangelfrei erfolgt sind, ist der Datentransfer in eine Gebäudemanagement-Software (zum Beispiel CAFM) mit wenigen Klicks durchführbar. Es ist von essenzieller Bedeutung für

die Digitalisierung des Gebäudebetriebs, dass in diesem Arbeitsschritt auch die Fragen der Datenpflege und -wartung beantwortet werden sowie die Anreicherung der Stamm- um Prozessdaten festgelegt wird.

8.4 Umsetzung im Projekt

BIM2FIM – Übernahme und Anreicherung des Modells aus der Errichtung

1 Raumbuch

Alphanumerische Abbildung des Raumbuchs, Übernahme über .csv oder .ifc

2 BIM-Modell

Grafische Abbildung des Modells, Übernahme über .ifc

Verbindung zur Alphanumerik über AKS Struktur und BIM GUID

3 Anlagenschema

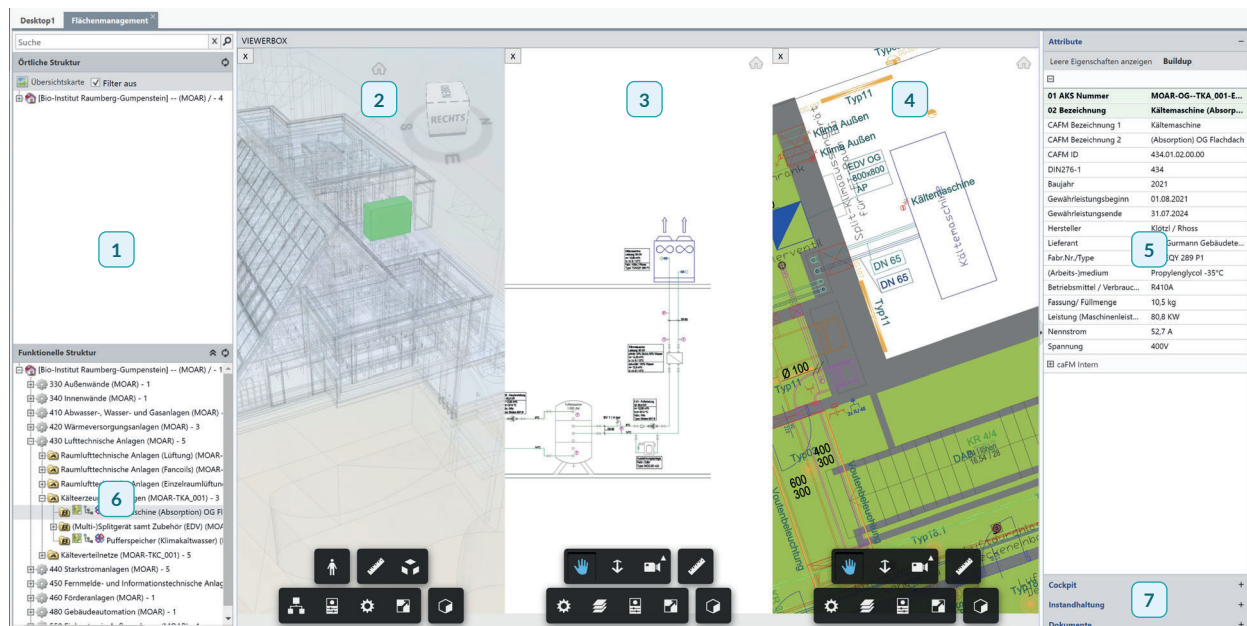
Grafische Abbildung der Schemata, Übernahme über .dwg

Verbindung zur Alphanumerik sowie ins Modell über AKS Struktur

4 Grundriss

Grafische Abbildung der Grundrisse, Übernahme über .dwg

Verbindung zur Alphanumerik sowie ins Modell über AKS Struktur



5 Merkmale

Alphanumerische Abbildung der Anlageninformationen / Merkmale

Übernahme über .ifc, Ergänzung der Eingaben über Webportal des CAFM

6 AKS Baum

Anlagenbaum nach AKS Struktur (hierarchisch, funktionell), Erstellung über Software „AKS Butler“ (Bestandteil der CAFM Software REDI4, www.redi4.at, Modul für die bausynchrone Datenerfassung)

7 Verknüpfung in weitere CAFM Module

Die Stammdaten werden mit den Prozessdaten in weiteren CAFM Modulen verbunden. Nach Selektion eines Elements ist also neben der grafischen Verortung und den alphanumerischen Informationen (AKS Code, Merkmale) auch zu erkennen, welche Tickets (Instandhaltung, Reinigung, etc) und Dokumente einem Element zugeordnet sind.

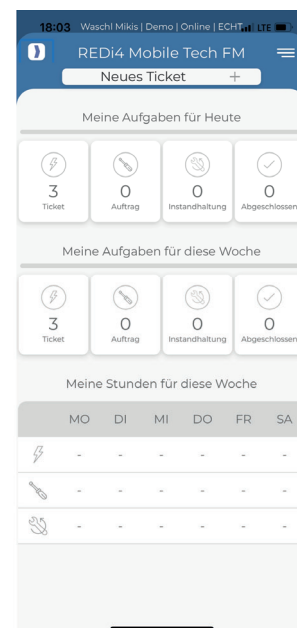
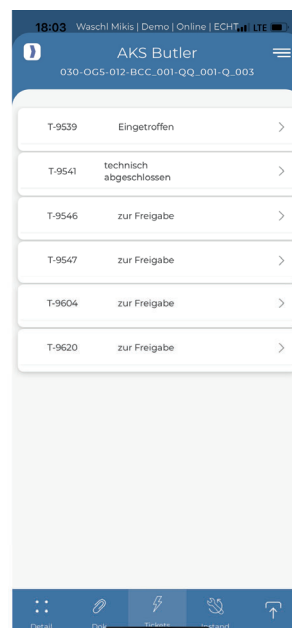
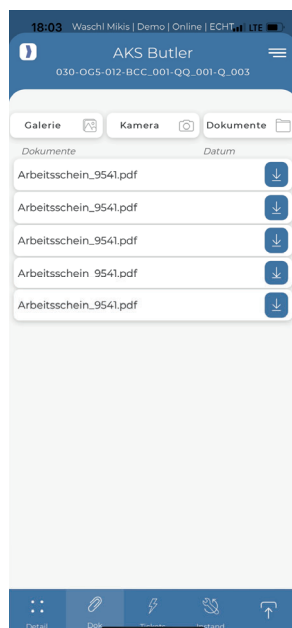
BIM2QR – Verbindung zwischen dem Modell und den physischen Komponenten

Die Verbindung zwischen dem digitalen Gebäudemodell und dem CAFM-System erfolgt über den QR-Code.

Einen QR-Code erhalten vor Ort alle Elemente, die mit einem AKS-Code ausgestattet wurden und somit aus facilitärer Sicht entweder wartungs-, behördlich-, oder sicherheitsrelevant sind. Dieser Code kann mit der mobilen Applikation der CAFM-Software ausgelesen werden und gibt der Anwenderin/dem Anwender sofort wesentliche Informationen, zB

- Welches Element wurde gescannt?
- Ansicht des Elements in geometrischen/grafischen Lagen im Modell, Grundriss oder Schema
- Ansicht der alphanumerischen Informationen des Modells (Attribute, Merkmale, Anlagendaten)
- Lebenslauf des Elements (erledigte Wartungen, Störungen etc)
- Gewährleistungsinformationen des Elements
- Offene und geplante Tätigkeiten für dieses Element
- Verknüpfte Dokumente

Tätigkeiten, Dokumenten, Erledigungsvorschau im BIM-basierten CAFM



Weitere mögliche Anwendungsfälle CAFM

Künftig wird das CAFM-Tool auf Basis des BIM-Modells bausynchron mit Daten befüllt. Dann kann dieses CAFM-Tool für Prozesse insbesondere im Bereich des technischen Gebäudemanagements (Inspektion, Wartung, Störung und behördliche Prüfpflichten) eingesetzt werden. Die Datenpflege erfolgt direkt im webbasierenden Tool, auch Dienstleistende und Liefernde werden eingebunden.

Ein weiterer, zentraler Anwendungsfall ist das Flächenmanagement inkl. der Ressourcenverwaltung.



QR-Code eines Pufferspeichers zur CAFM-Erfassung.

9

Produktinformationen zu kreislauffähigen Baustoffen und BIM

Autorin:

Hildegund Figl (IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH)

Editiert von den Herausgebern

„Die Kreislaufwirtschaft ist ein Modell der Produktion und des Verbrauchs, bei dem bestehende Materialien und Produkte so lange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden. Auf diese Weise wird der Lebenszyklus der Produkte verlängert.

In der Praxis bedeutet dies, dass Abfälle auf ein Minimum reduziert werden. Nachdem ein Produkt das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, verbleiben die Ressourcen und Materialien so weit wie möglich in der Wirtschaft. Sie werden also immer wieder produktiv weiterverwendet, um weiterhin Wertschöpfung zu generieren.“ (Europäisches Parlament, 2015)

9.1 Motivation

Lange war die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden im Fokus des Klimaschutzes. Mit zunehmender Energieeffizienz werden aber auch die im Gebäude verbauten Bauprodukte immer relevanter. Laut Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft der Europäischen Kommission (COM(2020) 98)

- ist die gebaute Umwelt für etwa 50 % der gesamten Rohstoffgewinnung in der EU verantwortlich,
- verursacht das Baugewerbe über 35 % des gesamten Abfallaufkommens,
- wird der Anteil aus der Herstellung von Bauprodukten auf 5 bis 12 % der gesamten nationalen Treibhausgasemissionen geschätzt sowie
- könnten mit einer höheren Materialeffizienz 80 % dieser Emissionen eingespart werden.

Bauprodukte spielen also eine wesentliche Rolle im Klimaschutz und in der Kreislaufwirtschaft.

Maßnahmen in diesen Bereichen gehen häufig Hand in Hand. Es kann aber auch zu gegenläufigen Effekten kommen. Dämmmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, können den Rückbau von Gebäuden erschweren. Die verbauten Dämmstoffe können Schadstoffe enthalten, wie zB das verbotene Flammschutzmittel Hexabromcyclododecan (HBCD), welches entweder vor dem Recycling aus dem Dämmstoff herausgetrennt werden muss oder ein Recyclingverbot zur Folge hat. Umgekehrt können Materialien, wie zB Metalle, sehr gut recycelbar sein und dennoch hohe Treibhausgasemissionen bei der Herstellung verursachen. Aus diesem Grund ist es wichtig, immer beide Schutzziele im Auge zu behalten.

Unter kreislauffähigen Baustoffen werden im vorliegenden Beitrag daher Produkte verstanden, welche einen optimalen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und zum Klimaschutz liefern sowie keine Schadstoffe in die Umwelt oder die Raumluft abgeben.

Die BIM-Methode kann eine wertvolle Unterstützung bei der Planung kreislauffähiger Gebäude bieten. Über einen effizienten Datenaustausch kann sie bei der Produktwahl in der Planungs- und Ausführungsphase unterstützen. Je früher im Planungsprozess ökologische Bewertungen und Optimierungen angesetzt werden, desto größer ist das Verbesserungspotenzial, da in frühen Planungsphasen wesentliche Entscheidungen zu Bauweise, Materialien, etc getroffen werden. Für den verwertungsorientierten Rückbau am Lebensende des Gebäudes („Urban Mining“) ist eine Dokumentation der verbauten Materialien (Produktname, Einbauort, Menge, Inhaltsstoffe, Herkunft) essenziell. Diese Informationen erleichtern die Schad- und Störstofferkundung, erlauben eine detailgenaue kosteneffiziente Planung des Rückbaus und unterstützen die bestmögliche Verwertung der Baumaterialien. Die Dokumentation unterstützt außerdem bei der Instandhaltung und Instandsetzung von Gebäudeteilen.

Um kreislauffähige Baustoffe beschaffen zu können, müssen die Anwender/innen Anforderungen formulieren, welche die Kreislauffähigkeit, die Schadstofffreiheit und die Klimaschutztauglichkeit beschreiben. Zudem benötigen sie Produktdaten, um die Einhaltung der Anforderungen prüfen zu können. Darauf wird in diesem Kapitel der Fokus gelegt.

Die unterschiedlichen ökologischen Aspekte von kreislauffähigen Baustoffen – Klimaschutz, Schadstofffreiheit, Kreislauffähigkeit – werden von verschiedenen ökologischen Methoden unterschiedlich erfasst und bewertet. Dieses Kapitel gibt zunächst einen Überblick über die wichtigsten Grundlagen zur ökologischen Bewertung von Baustoffen. Die meisten Methoden sind nicht oder (noch) nicht ausreichend harmonisiert. Die Methoden werden gemeinsam mit den Kommunikationsformaten (Umweltproduktdeklarationen, Umweltzeichen) beschrieben.

Eine wichtige Quelle für ökologische Produktinformationen ist die online-Plattform www.baubook.at, welche anschließend vorgestellt wird. Abschließend wird der Status quo in Österreich dargestellt. Vieles ist hier erst in Entwicklung oder in Erprobung, die Erarbeitung von Standards schreitet aber zügig voran, sodass in wenigen Jahren mit einer Etablierung von ökologischen Bewertungen in BIM gerechnet werden kann.

9.2 Ökobilanzen und Umweltproduktdeklarationen (EPD)

Methode und europäische Standards

Die Ökobilanz ist eine Methode zur quantitativen Abschätzung der mit einem Produkt verbundenen Umweltaspekte und produktspezifischen „potenziellen Umweltwirkungen“ (ISO 14040). Da Ökobilanzen grundsätzlich auf die Bewertung des gesamten Lebenszyklus abzielen, werden sie auch als Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment, kurz LCA) bezeichnet.

Bei der Ökobilanz erfolgt eine systematische Erfassung der Stoff- und Energieströme aus dem und in das System (Inputs und Outputs). Bei der Auswertung werden diese aggregiert oder es werden ihnen zuvor Wirkungen zugeordnet und dann aggregiert. Ergebnisse sind Indikatoren wie zum Beispiel der **Beitrag zur globalen Klimaerwärmung (GWP)** oder der **Bedarf an nicht erneuerbaren Energieträgern (PENRT)**.

Die Ergebnisse der Ökobilanz werden meist über **Umweltproduktdeklarationen (EPDs)** in Form von PDF-Dokumenten veröffentlicht. Die EPDs enthalten die wichtigsten methodischen Annahmen und Tabellen mit den **Ökobilanz-Indikatoren**. Sonstige Angaben zum Produkt (zB technische Eigenschaften) oder **sonstige umweltrelevanten Informationen sind meist auf das Wesentliche beschränkt und nicht standardisiert**.

Für Baustoffe stellt die EN 15804 die methodische Basis für die Berechnung von Ökobilanzen und die Herausgabe

von EPDs dar. Auf Gebäudeebene regelt die EN 15978 die Anwendung von Ökobilanzen und EPDs. Im Baubereich bisher von untergeordneter Bedeutung ist der von der Europäischen Kommission parallel entwickelte **Product Environmental Footprint (PEF)**, weshalb auf diesen im vorliegenden Beitrag nicht weiter eingegangen wird. Die Methoden für EPDs und PEF wurden 2019 im Amendment A2 zur EN 15804 weitgehend harmonisiert, sodass nun die Indikatoren in der EPD in den PEF umgerechnet werden können. Die entsprechende Anpassung der EN 15978 (Gebäudeebene) ist in Arbeit.

Oekoindex OI3

In den österreichischen Gebäudebewertungssystemen „»klimaaktiv« Bauen & Sanieren“, „Total Quality Building“ (TQB), IBO ÖKOPASS und Vorarlberger Kommunalgebäudeausweis wird für die Bewertung der Ökobilanzindikatoren der Oekoindex OI3 herangezogen. Der OI3 ist eine aggregierte Kennzahl, die sich aus den folgenden drei Ökobilanz-Indikatoren zusammensetzt: Bedarf an nicht erneuerbaren Energieträgern (PENRT), Globales Erwärmungspotenzial (GWP) und Beitrag zur Versauerung (AP). In der ursprünglichen Form des OI3 werden die Herstellungsphase (A1–A3) und der Ersatz von Baumaterialien während der Nutzungsphase (B4) bewertet. 2018 wurde das OI3 Konzept um die Entsorgungsphase (C1–C4) erweitert. Die Entsorgungsphase kann in den

Energieausweis-Programmen, die für die Berechnung des OI3 hauptsächlich herangezogen werden, aktuell noch nicht berechnet werden. Im „eco2soft Ökobilanzrechner für Gebäude“ der baubook-Plattform kann die Entsorgungsphase berechnet werden. Die Methode entspricht aber nicht der EN 15804, da diese noch deutliche methodische Schwächen aufweist (siehe Abschnitt „Schwächen der Ökobilanzmethode“).

Lebensphasen in der Ökobilanzmethode

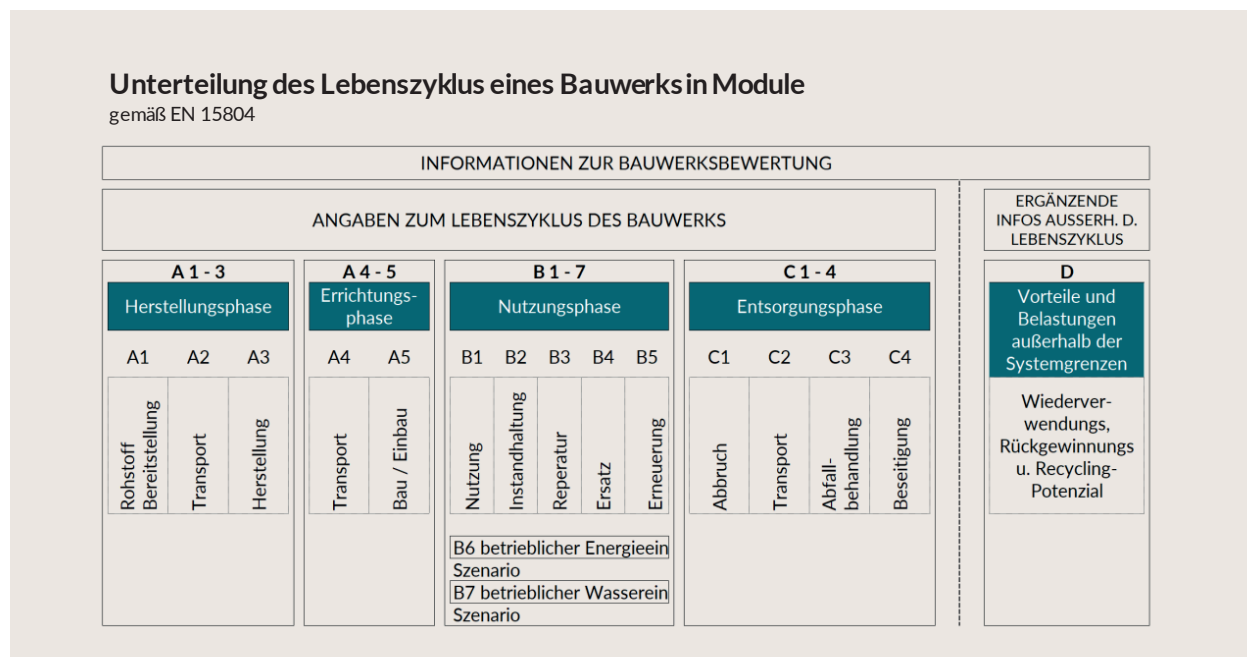
In der europäischen Normung wird der Lebensweg des Gebäudes in unterschiedliche Module (Modul A1–A3 Herstellungsphase, A4–A5 Errichtungsphase, Modul B1–B7 Nutzungsphase, Modul C1–C4 Entsorgungsphase) unterteilt (EN 15804, EN 15978). Das Modul D, das die Vorteile und Belastungen durch Wiederverwendungs-, Rückgewinnungs- und Recyclingprozesse abbildet, steht außerhalb der Systemgrenze des Bauwerks (Siehe Abbildung „Unterteilung des Lebenszyklus eines Bauwerks in Module“).

Schwächen der Ökobilanzmethode

Schwächen bei der Abbildung der Kreislauffähigkeit

Welche Recyclingprozesse noch Teil des Produktsystems sind und welche zum nächsten Produktsystem gezählt werden, entscheidet gemäß EN 15804 der Zeitpunkt des „Endes der Abfalleigenschaft“. Ein Beispiel dazu wird in Abbildung „Verwertung von Holz zu Spänen (Recycling) bzw zu Sekundärbrennstoff (Hackschnitzel für die Verbrennung)“ gezeigt. Je nachdem, ob das Ende des Abfallstatus vor der Verbrennung erreicht wird oder danach, findet dieser Prozess noch innerhalb des Gebäudelebenszyklus oder außerhalb statt.

Wo genau das Ende der Abfalleigenschaften zu legen ist, ist in der EN 15804 nicht eindeutig beschrieben. Je nach Annahmen des jeweiligen EPD-Programms oder Ökobilanzierers kann das Abfallende für ein und dasselbe Produkt unterschiedlich gelegt werden, zB sofort mit dem Abbruch (C1) oder an einem bestimmten Schritt der Abfallbehandlung (C3). Das betrifft analog den Einsatz von Recyclingmaterialien in der Herstellungsphase. **In den am Markt befindlichen EPDs sind daher unterschiedlichste Interpretationen des Abfallendes zu finden, was eine Vergleichbarkeit der EPD-Daten zusätzlich erschwert.**



Verwertung von Holz zu Spänen (Recycling) bzw. zu Sekundärbrennstoff (Hackschnitzel für die Verbrennung)

Beispiel für die mögliche Aufteilung von Prozessen zwischen betrachtetem und nachfolgendem Produktsystem. (EN 16485, 6.2.4.5)

| Kriterium | Szenario Recycling zu Holzspänen | Verwendung als Sekundärbrennstoff | Energierückgewinnung |
|----------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|
| Abfallendestatus erreicht? | Ja | ja | nein |
| Modul | Die sich ergebende Verrechnung von Prozessen zu Informationsmodulen | | |
| C1 Abbruch | Demontage / Abbruch | | |
| C2 Transporte | Transport zur Verbrennungsanlage | | |
| C3 Verwertung | Aufbereitung | | Verbrennung |
| | - | | |
| C4 Beseitigung | - | | |
| Modul | Grenze zwischen dem Gebäudelebenszyklus und dem nachfolgenden System | | |
| D Belastungen | - | Verbrennung | - |
| D Vermiedene Auswirkungen | Forstwirtschaft, Holzernte, Vorbereitung, Trocknen | Stromerzeugung und Wärmerückgewinnung | Stromerzeugung und Wärmerückgewinnung |

Eine weitere Schwäche von Ökobilanzen gemäß EN 15804 ist, dass die im Modul D dargestellten Vorteile und Belastungen die **Rangfolge der Abfallhierarchie (Wiederverwendung vor Recycling vor Verbrennung vor Deponierung) nicht reproduzieren**. Die vermiedenen Auswirkungen sind zum Beispiel bei der Verbrennung von Holzprodukten deutlich höher als beim Recycling, wie das Beispiel in Abbildung „Vergleich von Ökobilanz-Indikatoren“ zeigt. In diesem Beispiel werden zwei Szenarien

gegenübergestellt: Szenario 1 Verbrennung: Verwendung als Sekundärbrennstoff / Verbrennung in Modul D und Szenario 2 Recycling: Aufbereitung zu Holzspänen als Recyclingmaterial für Spanplatten. Die Aufwände während der Gebäudelebenszeit (Module A1 bis C) sind für beide Szenarien ident. Szenario 1 Verbrennung liefert dagegen in allen Ökobilanzindikatoren deutlich bessere Ergebnisse in Modul D als Szenario 2 Recycling, außer im Indikator PERT (Bedarf an erneuerbarer Primärenergie).

Vergleich von Ökobilanz-Indikatoren

für ein Holzprodukt mit zwei verschiedenen Szenarien für das Lebensende

| Indikator | Einheit | Module A1-C | Modul D | Modul D Recycling | Modul D Differenz |
|-----------|--------------------------|---|----------------------------------|----------------------------|-------------------------|
| | | Gebäudelebenszyklus (Verbrennung / Recycling) | Verbrennung (Sekundärbrennstoff) | (Holzspäne für Spanplatte) | Verbrennung / Recycling |
| GWP | kg CO ₂ -Äqv. | 94,66 | -350,78 | -12,73 | -338,05 |
| AP | kg SO ₂ -Äqv. | 0,318 | -0,355 | -0,048 | -0,307 |
| PENRT | MJ | 1230 | -4694 | -167 | -4527 |
| PERT | MJ | 2124 | 6169 | -33 | 6202 |

Diese erneuerbare Primärenergie steckt noch im Recyclingprodukt Spanplatte und kann nach dem Lebensende der Spanplatte energetisch genutzt werden.

Wird das Modul D – wie heute in vielen Gebäudebewertungssystemen üblich – nicht betrachtet, bringt das in der Regel **Vorteile für den Einsatz von Recyclingmaterialien**. Die Kreislauffähigkeit wird daher häufig zusätzlich mit qualitativen Methoden bewertet (siehe Abschnitt „Kreislauffähigkeit von Baustoffen“).

Schwächen bei der Abbildung von Risiken durch Schadstoffe in Bauprodukten

Die Ökobilanzmethode eignet sich grundsätzlich gut, um globale Umweltwirkungen wie die Treibhausgasemission (GWP) oder den Bedarf an Primärenergie (PENRT, PERT) für die Errichtung von Gebäuden zu bewerten. Schwachstellen weist die Ökobilanz bei der Bewertung von Risiken für die lokale Umwelt auf, da nur tatsächliche Flüsse berücksichtigt werden. Das Gefahrenpotenzial durch Schadstoffgehalte in Baustoffen und die Umweltwirkungen durch die Freisetzung von Schadstoffen sind daher mit der Ökobilanzmethode nicht ausreichend abbildbar (siehe Abschnitt „Schadstoffe in Baustoffen“).

9.3 Weitere umweltrelevante Produktinformationen

Deklaration der Inhaltsstoffe und der Materialgruppen

Neben der Schadstoffvermeidung ist die Kenntnis der Inhaltsstoffe eine wesentliche Voraussetzung für die Kreislaufführung von Bauprodukten. Viele Firmen hüten die Inhaltsstoffe ihrer Bauprodukte jedoch als großes Firmengeheimnis. Den Kund/inn/en ist daher meist nur das Hauptmaterial bekannt. Das Umweltzeichen natureplus verlangt den Herstellern für ihre zertifizierten Produkte eine öffentliche Deklaration der Einsatzstoffe ab. In der

Datenbank www.baubook.at können die Inhaltsstoffe deklariert werden. Diese Deklaration ist jedoch freiwillig und fehlt daher bei vielen Produkteintragen.

Schadstoffe in Baustoffen

Baustoffe können aufgrund ihrer Schadstoffgehalte oder Schadstofffreisetzungen ein Risikopotenzial für die Umwelt und die Gesundheit darstellen. Dies bezieht sich auf die Bauphase, die Nutzungsphase und die Entsorgungsphase sowie alle dazwischenliegenden Transporte.

Manche Schadstoffe, wie zB Lösemittel oder Reaktionsprodukte, werden vorwiegend während der Verarbeitung freigesetzt, manche wie zB Formaldehyd oder flüchtige organische Verbindungen vorwiegend während der Nutzungsphase, andere wiederum können das ganze Leben lang im Baustoff eingebunden sein und erst im Störfall oder bei der Beseitigung freigesetzt werden.

Bei der Schad- und Störstofferkundung am Lebensende wird heute der Schwerpunkt auf Altlasten wie Asbest gelegt, die in neu produzierten Produkten nicht mehr zum Einsatz kommen. Heute erlaubte Zusatzstoffe können aber morgen schon Schadstoffe oder zumindest Störstoffe für das Recycling darstellen. Stoffe mit potenziellen

Angaben zur Produktzusammensetzung aus baubook

| Beschreibung | |
|-------------------------------------|--|
| Produktgruppen: | Glaswolle-Dämmplatten |
| Einsatzbereich (Dämmstoffe): | Wand Dach |
| Beschreibung des Einsatzbereiches: | Klemmfilz für den Einsatz als Wärme- und Schalldämmung im Dachausbau und Holzriegelbau |
| Produktbeschreibung: | Glaswolle-Dämmfilz |
| Einsatzstoffe: | Glaswolle + Bindemittel (harzmodifiziertes Phenol-Formaldehydharz) |
| Nachwachsende Rohstoffe ("Nawaro"): | 0 Gew% |
| Recyclinganteil: | 58 Gew% |
| Mineralische Rohstoffe: | 93 Gew% |
| Kunststoffe: | 7 Gew% |
| Bitumen: | 0 Gew% |
| Richtwert: | Glaswolle (25 < roh <= 40 kg/m³) |

Gefährlichkeitsmerkmalen in Baustoffen sollen daher vermieden oder – wenn dies nicht möglich ist – zumindest erfasst werden.

Die Beschränkung bzw. der Ausschluss von problematischen Inhaltsstoffen in Bauprodukten kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen: nach Gefährlichkeitseinstufungen (zB H-Sätze, PBT-Eigenschaften), nach Funktionalitäten (zB Weichmacher, Flammschutzmittel, Biozide) oder nach Stoffgruppen (zB Phthalate). Es gibt keine Normvorschriften, wie hier grundsätzlich vorgegangen werden soll. In Österreich ist es jedoch gelungen, einen Kriterienkatalog für schadstoffarme Baustoffe zu harmonisieren: die ÖkoBauKriterien.

ÖkoBauKriterien

Erfolgreiche Beispiele für die Beschaffung schadstoff- und emissionsarmer Baustoffe sind „ÖkoKauf Wien“ (AG Hochbau und Innenausbau), das Servicepaket „Nachhaltig Bauen in der Gemeinde“ und die „Nachhaltige Beschaffung (naBe)“ des Bundes, welche für schadstoff- und emissionsarme Produkte die sogenannten ÖkoBauKriterien vorschreiben. Das Verfahren und die Kriterien werden auch im Rahmen des Produktmanagements für Gebäude-zertifizierungssysteme angewandt (IBO, 2021).

Die ÖkoBauKriterien werden digital in der online-Plattform <https://www.baubook.info/oea/> verwaltet und können über eine XML-Schnittstelle in AVA-Software oder andere Datenbanken eingelesen werden. In baubook können die Hersteller ihre Baustoffe zu den ökologischen Kriterien deklarieren und die Produktdaten nach erfolgreicher Qualitätssicherung auf der Plattform veröffentlichen.

Aktuell sind auf baubook über 1000 Baustoffe veröffentlicht, welche den neuen ÖkoBau-Kriterienkatalog 2020 erfüllen. Weitere Produkte werden nach erfolgreicher Qualitätssicherung folgen. (Zum bisher geltenden Kriterienkatalog 2011 sind über 2000 Produkte deklariert. Es ist davon auszugehen, dass für den neuen Kriterienkatalog eine vergleichbare Produktanzahl erreicht wird.)

Ablauf des Produktmanagements in der ökologischen Beschaffung

Ein strukturierter Ablauf ist Voraussetzung für ein lebenszyklus- und lieferketten-begleitendes Produktinformationsmanagement. Die systematische Beschaffung von ökologischen Baustoffen vom Entwurf bis zur Ausführung wurden erstmals ab 2005 im Demonstrationsvorhaben (Gemeindezentrum Ludesch) erprobt und seither systematisch zu einer standardisierten Dienstleistung „Servicepaket Nachhaltig Bauen in der Gemeinde“ entwickelt. Die Auftraggeber werden bei der Verankerung der Kriterien in der Ausschreibung und Vergabe unterstützt. Dies beinhaltet Baueinleitungsgespräche mit den Ausführenden sowie Bauproduktfreigaben bzw. -optimierungen für die einzelnen Gewerke. Während der Realisierung des Bauprojekts werden stichprobenartige Kontrollen auf der Baustelle durchgeführt. Den Abschluss bilden Innenraumluftmessungen zur Bestätigung der Innenraumluftqualität.

Kreislauffähigkeit von Baustoffen

Herangehensweise

Die Ökobilanzmethode wird auch quantitative Bewertungsmethode genannt, weil das Ergebnis Indikatorwerte sind, die über naturwissenschaftliche Modelle berechnet werden. Wie im Abschnitt über Ökobilanzen ausgeführt, weist die Ökobilanzmethode essenzielle Schwachstellen bei der Abbildung der Kreislauffähigkeit von Baustoffen auf. Für die Bewertung der Kreislauffähigkeit werden daher häufig qualitative Methoden eingesetzt.

Da das Thema Kreislaufwirtschaft in ganz Europa zunehmend an Bedeutung gewinnt und auch die Europäische Kommission mit dem Aktionsplan zur Kreislaufwirtschaft 2020 (COM(2020) 98) einen Pfeiler für die zukünftige Entwicklung eingeschlagen hat, gibt es eine Reihe von nationalen Initiativen die Kreislauffähigkeit von Baustoffen und Gebäuden zu beschreiben und zu bewerten. Ein Beispiel dafür ist der Entsorgungsindikator EI, der auch im Pilotprojekt Bio-Institut Raumberg-Gumpenstein im Rahmen der »klimaaktiv«-Bewertung erfasst wurde (vgl. Kap. „BIM und »klimaaktiv«-Zertifizierung“).

Im Rahmen von Figl et al., (2020a) wurden Bewertungsansätze für die Kreislauffähigkeit aus verschiedensten Ländern zusammengestellt und analysiert. Ergebnis der Analyse war, dass alle Bewertungssysteme im Grunde vergleichbare Ansätze zB bezüglich der bewerteten Parameter haben, sich die Bewertung im Detail jedoch grundlegend unterscheidet. Von einer europäischen Harmonisierung ist man in diesem Feld aktuell also noch weit entfernt. Vom Europäischen Normungskomitee (CEN) wurde daher im April 2021 eine neue Arbeitsgruppe CEN/TC 350 Kreislaufwirtschaft im Bausektor gegründet. Als erstes Arbeitspaket soll die Arbeitsgruppe eine Norm erarbeiten, welche den Rahmen und die Prinzipien für Kreislaufwirtschaft im Bausektor festlegt. Darin sollen Definitionen für ein gemeinsames Verständnis enthalten sein. Ein solcher europäischer Standard wäre ein erster wichtiger Schritt auf dem Weg zu einem gemeinsamen europäischen Verständnis von Kreislaufwirtschaft im Bausektor.

Parameter für die Bewertung der Kreislauffähigkeit von Baustoffen bzw Gebäuden können einerseits den Lebensanfang betreffen (Einsatz von Recyclingmaterialien) und andererseits das Lebensende (Demontierbarkeit, Stoffverträglichkeit, Schadstoffgehalte, Abfallbehandlung). Neben der Betrachtung des „Stand der Technik“ ist auch eine Bewertung der Bauteile entsprechend einem Szenario „Zukunfts-perspektive“ möglich.

Demontierbarkeit der Bauteilschichten

Die einfache Demontage ist eine wichtige Voraussetzung für die Wiederverwendung von Bauteilen und Baustoffen. Sie kann das Wiederverwendungs- und Recyclingpotenzial enorm steigern. Die Demontierbarkeit jeder Bauteilschicht kann in vorgegebene Qualitätsstufen eingeteilt werden. Der aktuelle Entwurf zur Entwicklung eines Verwertungsindikators (Figl et al., 2020a) sieht folgende Stufen vor:

- A++ Schicht ohne Schädigung der Form- und Materialstruktur ausbaubar
- A+ Schicht mit geringfügigen Schädigungen der Form- und Materialstruktur ausbaubar
- A Schicht sortenrein, aber mit Schädigung oder Zerstörung der Form- und Materialstruktur ausbaubar
- D Schichten nicht sortenrein trennbar (Verunreinigungen) oder im Allgemeinen nicht getrennt

Stoffverträglichkeit von angrenzenden Schichten

Störstoffe sind Stoffe, die eine Wiederverwendung, ein hochwertiges Recycling oder eine unproblematische Beseitigung in Abfallverbrennungsanlagen oder auf Deponien verhindern oder erschweren. Im Gegensatz zu Schadstoffen stammen Störstoffe aus angrenzenden Schichten und nicht aus dem Baumaterial selbst. Werden Störstoffe getrennt gesammelt oder aussortiert, stellen sie keine Störstoffe mehr dar (Figl et al., 2020a). Ein typischer Störstoff für das Betonrecycling ist zB Gips.

Da heute beim Gebäudeabbruch vorwiegend Baurestmassen anfallen, werden Störstoffe in Bezug auf massive Baumaterialien definiert (zB in ÖNORM B 3151). Bei zukünftigen Abbruchvorhaben wird aber auch die Wiederverwendung oder -verwertung anderer Baustoffgruppen wie zB von Dämmstoffen an Bedeutung gewinnen.

Sind zwei Schichten nicht sortenrein voneinander trennbar, kann die Störstoffverträglichkeit folgendermaßen bewertet werden (Figl et al., 2020a):

- A++ Schichten stören sich untereinander nicht.
- A+ Neutraler verwertbarer Störstoff - Störstoff ist gemeinsam mit Hauptstoff verwertbar.
- A Trennbarer neutraler Störstoff zur Beseitigung - Störstoff wird nach der Trennung im Standardverfahren nicht verwertet, stört Verwertung von Hauptstoff aber nicht.
- C Störstoff stört oder beeinträchtigt Recyclingprozess bzw führt zu Qualitätsreduktion
- D Störstoff erfordert eine andere niederwertigere Abfallbehandlung

Schadstoffe im Sinne der Kreislauffähigkeit

Schadstoffe im Sinne der Kreislauffähigkeit sind Bestandteile eines Bauprodukts, welche die Wiederverwendung, das Recycling oder die energetische Verwertung beeinträchtigen können. Schadstoffe können Gefahrstoffe (zB HBCD in EPS) oder ungefährliche Stoffe sein.

Schadstoffe mit Gefährlichkeitseigenschaften sind zB:

- Schwermetallverbindungen (Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kobalt, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink)
- Halogenverbindungen (Chlor, Fluor, Brom)
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (nur mehr in Altlasten)

Beispiele für ungefährliche Schadstoffe, welche die energetische Verwertbarkeit herabsetzen, sind zB Metallkassierungen oder ein hoher Gehalt an mineralischen Bestandteilen oder Stickverbindungen.

Einsatz von Sekundärrohstoffen (Recyclingmaterial)

Unter Sekundärrohstoffen bzw Recyclingmaterialien werden alle Rohstoffe verstanden, die durch Aufarbeitung aus Abfällen gewonnen werden und als Ausgangsstoffe für neue Produkte dienen. Der Gehalt an Recyclingmaterialien wird üblicherweise in Gewichtsprozent angegeben. Recyclingmaterialien können außerdem nach der Herkunft, nach dem Grad der Aufbereitung, nach der Materialität oder nach dem Anwendungsbereich klassifiziert werden. Unterschieden werden beispielsweise:

- Produktionsabfälle, die betriebsintern verwertet werden (zB Abschnitte, die den Produktionsprozess ein zweites Mal durchlaufen),
- Baustellenabfälle und
- Abfälle aus den Rückbaumaßnahmen.

Hersteller recyceln in der Regel nur saubere Abfälle der eigenen Produkte. Das Recycling von Produktionsabfällen hat sich daher in der Baustoffindustrie weitgehend etabliert, für das Recycling von Baustellenabfällen bauen Hersteller hingegen zunehmend Rückbausysteme auf. Die Rücknahme und das Recycling von Abfällen aus Rückbaumaßnahmen durch die Hersteller ist dagegen

noch wenig entwickelt. Grund dafür sind einerseits die Verunreinigungen aus angrenzenden Schichten, andererseits die mangelnden Informationen über die Herkunft der Produkte.

Herkunft der Rohstoffe (Chain of Custody)

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Kreislaufwirtschaft ist die Herkunft der Rohstoffe. So wird zB von vielen Umweltzeichen oder ökologischer Beschaffungssystemen (zB von den ÖkoBauKriterien) die nachhaltige Holzherkunft verlangt. Noch wenig verbreitet sind solche Kriterien für andere Bauprodukte, die Rohstoffe sensibler Herkunft enthalten können, wie zB Bauxit für die Aluminiumherstellung. Elektronische Nachverfolgungssysteme können einen wichtigen Beitrag zu Stoffflusskontrolle entlang der Chain of Custody liefern. Ein solches System wird beispielsweise im Rahmen des Zertifikats „Holz von Hier“ verwendet.

Produktinformationen zu sonstigen umweltrelevanten Eigenschaften (Umweltzeichen)

Umweltzeichen, normgemäß Umweltkennzeichnungen vom Typ I (ISO 14024), sind Kennzeichnungen von Produkten mit besonders guter Umweltleistung. Sie bestehen aus einem Zeichen oder Logo, hinter welchem bestimmte vereinbarte Anforderungen an das Produkt stehen. Die Anforderungen werden im Allgemeinen so gewählt (und später nachjustiert), dass immer nur ein bestimmter Prozentsatz des Produktangebots auf dem Markt dieses Zeichen erhalten kann. Dies ist ein essenzieller Unterschied zu den Umweltproduktdeklarationen (EPDs), die für alle Produkte ohne Anspruch an bestimmte Umweltleistungen vergeben werden. Beispiele für Umweltzeichen im Baustoffbereich sind das natureplus-Qualitätszeichen, das IBO-Prüfzeichen, die Europäische Blume, das Österreichische Umweltzeichen, der Blaue Engel, das Cradle to Cradle®-Zertifikat.

Während sich Umweltproduktdeklarationen (siehe Abschnitt „Ökobilanzen und Umweltproduktdeklarationen“) auf die Deklaration von Ökobilanzindikatoren konzentrieren, wird für die Vergabe eines Umweltzeichens eine breite Palette von Kriterien herangezogen. Der Schwerpunkt

liegt oft auf Kriterien für die Schadstofffreiheit der zertifizierten Baustoffe und für die Vermeidung von Emissionen in die Raumluft. Ökobilanzindikatoren werden nur von wenigen Umweltzeichen-Programmen für die Bewertung herangezogen, zB für das natureplus-Qualitätszeichen.

Umweltzeichen eignen sich sehr gut für den Nachweis der Schadstofffreiheit und -armut von Bauprodukten. Je nach Ausdifferenziertheit des Umweltzeichenprogramms werden weitere Anforderungen gestellt, welche für die Bewertung der Kreislauffähigkeit von Materialien von Bedeutung sind. Umfangreiche Anforderungen an Baustoffe stellt das natureplus-Qualitätszeichen. Dazu zählen:

- *Volldeklaration der Inhaltstoffe*
Der Hersteller muss sämtliche Einsatzstoffe gegenüber natureplus deklarieren. Auf der Produktverpackung ist eine Volldeklaration der Einsatzstoffe analog der EU-Kosmetik-VO anzugeben. Die Einsatzstoffe werden außerdem in der natureplus-Produktdatenbank veröffentlicht.
- *Stoffbeschränkungen und -verbote*
Produkte mit dem natureplus-Qualitätszeichen müssen eine überdurchschnittliche Sicherheit in Bezug auf die Gefährdung von Umwelt und Gesundheit durch Chemikalien bieten. Zu diesem Zweck gibt es eine Liste von Stoffen, die in zertifizierten Produkten nicht eingesetzt werden dürfen oder sollen. Dazu gehören zB krebserzeugende oder wassergefährdende Stoffe.
- *Materialanalysen*
Diese dienen zur Überprüfung des Gehalts an bedenklichen Stoffen wie Metalle, polyzyklische aromatische Verbindungen, flüchtige organische Verbindungen, diverse sonstige organische Verbindungen, Restmonomere, Pestizide oder Fremdfasern. Zur Kontrolle von unerwünschten Verunreinigungen wird eine Materialanalyse der Produkte durchgeführt. Die zu analysierenden Parameter und die entsprechenden Anforderungswerte werden produktspezifisch in den natureplus Vergaberichtlinien festgelegt.

- *Anforderungen an die Rohstoffe*
Nur Baustoffe aus nachwachsenden oder reichlich vorhandenen mineralischen Rohstoffen oder Sekundärrohstoffen sind erlaubt. Als produktunabhängige Basisanforderung gilt ein Mindestanteil von 85 % nachwachsender oder mineralischer Rohstoffe. Die Rohstoffe müssen aus nachhaltigen Quellen stammen.
- *Rohstoffherkunft*
Umfangreiche Anforderungen an die Rohstoffherkunft stellen die Vergaberichtlinien RL5002 Holzgewinnung und -herkunft, RL5003 Naturschutz beim Abbau mineralischer Rohstoffe und RL5004 Transparenz und Soziale Verantwortung.
- *Transparenz der Produktinformationen*
Die natureplus-Produktdatenbank enthält für alle nach dem natureplus-Standard zertifizierten Produkte Daten zu den Produkteigenschaften in Bezug auf Umwelt, Gesundheit und Nachhaltigkeit (www.natureplus-database.org/produkte.php)

In Fig1 (2020c) wurde am Beispiel einer Spanplatte ein Vergleich der natureplus-Anforderungen mit den Anforderungen der Altholz-Verordnung und der Abfallverbrennungsverordnung durchgeführt: Die natureplus-Anforderungen sind um Größenordnungen höher als jene Anforderungen der Abfallverordnungen. Bei der natureplus-Prüfung werden außerdem weitere für die unbedenkliche Verwertung wichtige Parameter gemessen, die in der Abfallverbrennungsverordnung nicht geregelt sind.

Eine weitere wichtige Quelle für umweltrelevante Produktinformationen sind Datenbanken.

9.4 baubook – Online-Plattform und Produktdatenbank

Überblick

Das Web-Portal www.baubook.at ist eine Plattform für Bauprodukte, Bauteile und Tools, die ökologisches und gesundes Bauen vereinfacht. Es erleichtert die Nachweisführung im Rahmen von ökologischen Ausschreibungen, Gebäudezertifizierungen und Fördersystemen und liefert validierte und strukturierte Baustoffdaten für die Berechnung von Energie- und Ökologiekennzahlen.

Den Kern der baubook-Plattform bildet die Produktdatenbank. Dort deklarieren die Hersteller zentral ihre Bauprodukte nach ökologischen Kriterien, bauphysikalischen und ökologischen Kennwerten sowie weiteren produktgruppenabhängigen Eigenschaften. Ergänzt werden die Angaben mit Produktbeschreibungen, Bildern, Sicherheitsdatenblättern und technischen Merkblättern sowie Hersteller- und Händlerdaten.

Das baubook-Personal führt eine Qualitätssicherung der vom Hersteller deklarierten Produktinformationen durch und schalten die deklarierten Daten nach positivem Abschluss frei. Die Daten werden über die zielgruppenspezifischen Bereiche und als Basisdaten für die Berechnung von Energie- und Gebäudeausweisen zur Verfügung gestellt. Alle Inhalte stehen mit hoher Zuverlässigkeit zur Verfügung.

Folgende Bereiche sind aktuell auf der baubook-Plattform abgebildet:

- Ökologisch ausschreiben
- »klimaaktiv«-Kriterien
- Wohnbauförderung Kärnten
- Wohnbauförderung Niederösterreich
- Wohnbauförderung Vorarlberg
- natureplus Produktdatenbank
- Oekoindex OI3
- BNB-Produktinfos

SVHC (besonders besorgniserregende Stoffe)

keine Angabe

Das verkaufsfertige Endprodukt enthält keinen besonders besorgniserregenden Stoff (SVHC) der Kandidatenliste*

Das verkaufsfertige Endprodukt enthält keinen besonders besorgniserregenden Stoff (SVHC) der Kandidatenliste* mit mehr als 0,1 Gew.-% pro Einzelstoff.

Das verkaufsfertige Endprodukt enthält folgende besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC) der Kandidatenliste* mit mehr als 0,1 Gew.-% pro Einzelstoff:

| Stoffname: | CAS: |
|------------|------|
| | |
| | |
| | |
| | |

Nachweismöglichkeiten:
- Sicherheitsdatenblatt (verpflichtend für Gemische)

* Als SVHC gemäß REACH-Verordnung, Art. 57 gelten krebserzeugende, erbgutverändernde oder fortpflanzungsgefährdende Stoffe (CMR-Stoffe, Kategorie 1A und 1B) sowie Stoffe, die persistent, bioakkumulierend und/oder toxisch (PBT-Stoffe), sehr persistent und/oder sehr bioakkumulierend (vPvB-Stoffe) oder aus anderen Gründen vergleichbar besorgniserregend sind.

Besondere Verpflichtungen gelten für diejenigen Stoffe mit SVHC-Eigenschaften, die in der sogenannten "Kandidatenliste" (REACH Artikel 59 Absatz 1) genannt sind. Der aktuelle Stand der Kandidatenliste ist auf der Homepage der Europäischen Chemikalien Agentur ECHA einsehbar unter: www.reach-clip-biozid-helpdesk.de/de/REACH/Kandidatenliste/Kandidatenliste-Einfuehrung.html

SVHC – Substance of Very High Concern

Angabe des Gehalts an besonders besorgniserregenden Stoffen (SVHC).

In der baubook-Plattform sind alle Produktinformationen zentral gespeichert. Das baubook-Plattform-Konzept erlaubt den Nutzer*innen verschiedene Sichten auf die Produktinformationen. So werden in „Wohnbauförderung Vorarlberg“ nur die Kriterien der Vorarlberger Wohnbauförderung dargestellt. Die »klimaaktiv«-Kriterien sind dort dann nicht zu finden.

Aktuell stellt „baubook ökologisch ausschreiben“ (www.baubook.info/oea/) die anspruchsvollsten Anforderungen zur Schadstoff- und Emissionsarmut aller baubook-Plattformen.

Die Produktinformationen in baubook werden in Form von Attributen, Referenzdokumenten und Kriterien zur Verfügung gestellt. Da dies eine wichtige Grundlage für das Verständnis ist, wie Informationen auf baubook für die BIM-Methode zur Verfügung gestellt werden können, wird im Folgenden kurz darauf eingegangen (Huemer-Kals et al., 2021).

Informationstypen in baubook

Attribute

Attribute sind zB Kennwerte oder Texte, welche das Produkt aus technischer oder ökologischer Sicht näher beschreiben. Ein Beispiel für ein baubook-Attribut zeigt obige Abbildung. Der Nachteil der „Attribut-Informationen“ ist, dass die Angabe durch den Hersteller heute meist noch freiwillig ist und daher bei vielen in baubook deklarierten Produkten fehlt.

Referenzdokumente

Hersteller können / müssen an vorgegeben Stellen Referenzdokumente hochladen. Ein verpflichtendes Referenz-

dokument ist zB das Sicherheitsdatenblatt für Gemische. Weitere üblicherweise hochgeladene Referenzdokumente sind Leistungserklärungen, technische Merkblätter oder Umweltproduktdeklarationen (EPDs). Im Service-Bereich können unter anderem Umweltzeichen -Zertifikate hochgeladen werden.

Kriterien

Die in baubook abgebildeten Kriterien werden von den Plattformbetreibern festgelegt. Hersteller können in der baubook-Plattform die Erfüllung der vorgegebenen Kriterien deklarieren. Das baubook-Team prüft vor der Freischaltung der Produkte, ob die erforderlichen Nachweise erbracht wurden. Alle Kriterien sind transparent in

2. 2. 1. Grenzwerte für kanzerogene, mutagene, reproduktionstoxische Einsatzstoffe (KMR-Stoffe)

Beschreibung Relevante Produktgruppen

Erläuterung

KMR-Stoffe sind gemäß Richtlinien 67/548/EWG bzw. 1999/45/EG folgendermaßen definiert:

- Als krebserzeugend (kanzerogen) gelten Stoffe und Zubereitungen, die beim Einatmen, Verschlucken oder bei Hautresorption Krebs erregen oder die Krebshäufigkeit erhöhen können.
- Erbgutverändernde (mutagene) Stoffe und Zubereitungen können beim Einatmen, Verschlucken oder bei Hautresorption vererbare genetische Schäden zur Folge haben oder ihre Häufigkeit erhöhen.
- Stoffe und Zubereitungen, die beim Einatmen, Verschlucken oder bei Hautresorption nicht vererbare Schäden der Nachkommenschaft hervorrufen oder die Häufigkeit solcher Schäden erhöhen oder eine Beeinträchtigung der männlichen oder weiblichen Fortpflanzungsfunktionen oder -fähigkeit zur Folge haben können, werden als die Fortpflanzung beeinträchtigend (reproduktionstoxisch) eingestuft.

Diese Definitionen für KMR-Stoffe stimmen weitgehend mit den Definitionen in der CLP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008) überein. Allerdings werden Zubereitungen in der CLP-Verordnung als Gemische bezeichnet.

Mindestanforderung

Stoffe, die als kanzerogen, mutagen oder reproduktionstoxisch nach Richtlinie 67/548/EWG bzw. nach CLP-Verordnung 1272/2008 eingestuft sind (siehe Tabelle), dürfen in Chemikalien und in Erzeugnissen zu maximal folgenden Gewichtsprozenten enthalten sein:

| RL 67/548/EWG (Anhang VI) | CLP-Verordnung 1272/2008 (Anhang I) | Gew.-% |
|--|--|--------------|
| Krebserzeugend Kategorie 1,2: R45, R49 Kategorie 3: R40 | Karzinogenität Kategorie 1A,1B: H350, H350i Kategorie 2: H351 | ≤ 0,1 ≤ 1 |
| Erbgutverändernd Kategorie 1,2: R46 Kategorie 3: R68 | Keimzellmutagenität Kategorie 1A, 1B: H340 Kategorie 2: H341 | ≤ 0,1 ≤ 1 |
| Reproduktionstoxisch Kategorie 1,2: R60 oder R61 Kategorie 3: R62, R63 | Reproduktionstoxizität Kategorie 1A,1B: H360 Kategorie 2: H361 | ≤ 0,1 ≤ 1 |
| Zusatz Laktation: R64 | Reproduktionstoxizität auf oder über die Laktation: H362 | ≤ 1 |

Nachweis:

Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 in Fassung der Verordnung (EU) Nr. 453/2010.

Zertifizierungs-, Ausschreibungs- und Förderkriterien

Kriterienkatalog 2020

| Anwendung | | Kriterien |
|-----------|---|---|
| A | B | |
| ✓ | ✓ | 2. 2. 2. Grenzwerte für KMR-Stoffe in Dämmstoffen |
| ✓ | ✓ | 2. 2. 12. Verbot von akut toxischen Stoffen |
| ✓ | ✓ | 2. 4. 2. Grenzwerte für halogenorganische Verbindungen |
| ✓ | ✓ | 2. 4. 6. Grenzwert für flüchtige halogenorganische Verbindungen in Dämmstoffen |
| ✗ | ✗ | 2. 4. 7. Zusatzkriterium: Vollständiger Ausschluss von halogenorganischen Stoffen |
| ✓ | ✓ | 2. 7. 1. Verbot von kritischen Flammschutzmitteln |
| ✓ | | 5. 1. 6. VOC- und SVOC-Grenzwerte für Dämmstoffe |
| ✓ | ✓ | 6. 1. 2. Produkte ohne Metallverbund |

A: Dämmstoffe mit Innenraumluftrelevanz
Raumseitig verlegte Dämmstoffe, die nicht durch eine strömungsdichte Schicht von der Raumluft abgeschlossen sind.

B: Dämmstoffe ohne Innenraumluftrelevanz
Dämmstoffe, die nicht raumseitig verlegt sind und raumseitig verlegte Dämmstoffe, die durch eine strömungsdichte Schicht von der Raumluft abgeschlossen sind.

baubook abgebildet. Die Beschreibung der Kriterien besteht aus Erläuterungstext, Mindestanforderung und der Vorgabe für die Nachweisführung. Die Abbildung „2.2.1 Grenzwerte für kanzerogene, mutagene, reproduktionstoxische Einsatzstoffe (KMR-Stoffe)“ zeigt eine beispielhafte Darstellung eines ÖkoBauKriteriums in baubook.

Die Darstellung von erfüllten Kriterien erfolgt in den baubook-Bereichen über grüne Häkchen. In baubook können aber auch Produkte deklariert werden, die nicht alle Kriterien erfüllen.

Nicht erfüllte Kriterien sind je nach Bereich über rote X oder graue Kästchen zu erkennen. In Abbildung „Zertifizierungs-, Ausschreibungs- und Förderkriterien“ ist ein Beispiel aus dem Bereich „baubook ökologisch ausschreiben“ zu sehen.

Bauphysikalische und ökologische Kennwerte

Im baubook werden Kataloge mit bauphysikalischen und bauökologischen Richtwerten zur Verfügung gestellt.

eco2soft
Ökobilanz für
Gebäude

eco2soft - Gebäuderechner
zum rechner für bauteile
zur baubook zentrale
NEW English

Alle Gebäude | Übersicht | Ergebnisse
Informationen | Kontakt | Verwaltung | Abmelden

Allgemeine Angaben

Bezeichnung: **Test BaumHome**
BGF: **8.037,51 m²**

Bauteile und Haustechnik-Komponenten

Nutzungsdauer

| Bauteile | Kategorie |
|----------|---------------------------------|
| 33 | Bauteile aus dem Energieausweis |

Methode und Lebensphasen

Ökokennzahlenkatalog: **IBO-Richtwerte 2012**
Nutzungsdauer: **ganzjährige Austauschzyklen im Betrachtungszeitraum lt. Norm EN 15804 Nutzungsdauerkatalog 2018**

Betrachtungszeitraum: **100 Jahre**
Neubau, Sanierung: **Neubau**

OI **Oekoindex:**
BG2 BZF

EI **Entsorgungsindikator:**
nein

Transportwege:
ja

Entsorgung:
ja

Gebäudebetrieb:
nein

Ergebnisse der Gebäudeberechnung

Sie liefern primär Kennwerte zur Berechnung des Energieausweises und des OI3 vor allem in der frühen Planungsphase sowie im Bestand, wenn konkrete Produkte (noch) nicht bekannt sind. Die bauphysikalischen Richtwerte stammen überwiegend aus ÖNORM B 8110-7. Die ökologischen Richtwerte werden vom IBO – Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie nach einem standardisierten Verfahren erstellt. Für jeden Baustoff werden folgende Indikatoren angegeben:

- **PENRE** – Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie, als Energieträger
- **PENRM** – Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie, als Rohstoff
- **PENRT** – Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie, total (Summe aus PENRM und PENRE)
- **PERE** – Bedarf an erneuerbarer Primärenergie, als Energieträger
- **PERM** – Bedarf an erneuerbarer Primärenergie, als Rohstoff
- **PERT** – Bedarf an erneuerbarer Primärenergie, total (Summe aus PERM und PERE)
- **Summe aus PENRE und PERE**
- **GWP biogen** – Globales Erwärmungspotenzial des in Biomasse gespeicherten Kohlenstoffs
- **GWP fossil** – Globales Erwärmungspotenzial der in Prozessen emittierten Treibhausgasemissionen
- **GWP total** – Globales Erwärmungspotenzial, total (Summe aus GWP C-Gehalt und GWP Prozess)
- **AP** – Versauerungspotential von Boden und Wasser
- **EP** – Eutrophierungspotenzial
- **POCP** – Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon
- **ODP** – Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht

In baubook sind außerdem produktspezifische Ökobilanzdaten zu finden. Für die Anwendung in Gebäudeökobilanzen ist es von großer Wichtigkeit, dass konsistente Daten zur Verfügung gestellt werden. Voraussetzung für das Einspielen von Ökobilanzdaten in baubook ist daher, dass die harmonisierten österreichischen Ökobilanzregeln eingehalten werden.

Ökobilanz-Rechner eco2soft

Die baubook-online-Plattform stellt verschiedene Werkzeuge für die ökologische Produktauswahl zur Verfügung:

- baubook eco2soft – Ökobilanz für Gebäude
- baubook-Rechner für Bauteile
- AWR Amortisations- und Wirtschaftlichkeitsrechner für Bauteile
- Produktmanagement

Mit dem Online-Tool baubook eco2soft (<https://www.baubook.info/eco2soft/>) können Ökobilanzen für Gebäude berechnet werden. In der Eingabemaske (siehe obige Abbildung) werden Bauteile und Haustechnik-Komponenten angelegt, Annahmen über Transportwege und Entsorgungsszenarien gemacht und die Nutzungsdauern der Bauteilschichten festgelegt. Darauf basierend können die Ökobilanzindikatoren und der OekoindeX OI3 mit unterschiedlichen Bilanzgrenzen berechnet werden.

Schnittstellen von baubook zu anderen Anwendungen

Über die bestehende XML-Schnittstelle „baubook Richt- & Produktkennwerte“ werden bereits seit vielen Jahren bauphysikalische und ökologische Kennwerte und dafür notwendige Merkmale wie zB Produktkategorien an Energieausweis-Berechnungsprogramme und weitere Nutzer/innen übergeben. Einzige Voraussetzung für die kostenfreie Nutzung der Schnittstelle ist eine Vereinbarung zur korrekten Nutzung der Daten. Im Rahmen des Projekts „6D BIM Terminal“ H. (Figl et al., 2020b) wurde die Anbindung der baubook an BIM-Applikationen systematisch analysiert. An der Umsetzung des standardisierten Austauschs von Ökobilanzdaten mit der BIM-Methode wird aktuell gearbeitet (Umsetzungsziel: 2022).

Die ÖkoBauKriterien können ebenfalls über eine XML-Schnittstelle in andere Datenbanken oder in eine Fachplanungssoftware wie zB AVA-Software eingelesen werden. Die Anbindung dieser umweltrelevanten Produktinformationen an die BIM-Umgebung wird derzeit im Rahmen des Projekts BIMpeco (Huemer-Kals et al., 2021) untersucht.

9.5 Austausch von ökologischen Produktinformationen mit openBIM

BIM-Standards für ökologische Produktinformationen

IFC und ASI-Merkmalserver

Für einen zuverlässigen Austausch von Informationen zwischen openBIM-Applikationen und ökologischen Produktinformationen während des Lebenszyklus von Bauwerken werden standardisierte Datenformat- und -vorlagen benötigt. Im Rahmen des Forschungsprojekts „6D-BIM-Terminal“ (Figl et al., 2020b) wurde ein Abgleich der baubook-Kategorien und Merkmale für Materialien und Bauelemente mit dem IFC4-Standard (Industry Foundation Classes) und dem ASI-Merkmalserver (ÖNORM A 6241-2) mit folgenden Ergebnissen gemacht:

- Parameter für ökologische Produktinformationen fehlten im ASI-Merkmalserver.
- Im IFC Format sind einige Ökobilanzindikatoren definiert (Pset_EnvironmentalImpactIndicators und Pset_EnvironmentalImpactValues). Sie beruhen jedoch auf alten, zT auch falschen Normen.
- Bei bauphysikalischen und bautechnischen Daten fehlt häufig der Bezug zur Prüfnorm bzw die exakte Definition.
- Bei den Produktkategorien wurden vorwiegend konventionelle Baustoffe vorgefunden. Innovative und alternative Baustoffe fehlen zur Gänze.
- Die Kategorisierung der Elemente erfolgt im IFC-Standard über eine Zuordnung zu der IFC-Klassifikation für Gebäude-Elemente und der IFC-Klassifikation für Material. Eine eindeutige Identifikation ist in vielen Fällen zu den IFC-Klassifizierungen Wand, Decke, Stiege, Öffnung, Fundament, Fußboden usw gut möglich. Bei der Analyse konkreter IFC-Dateien aus der Praxis wurde festgestellt, dass vorgesehene IFC-Klassifikationen nicht immer verwendet wurden. Zudem fehlen in IFC viele Merkmale zur detaillierteren Kategorisierung der Bauteile.

ISO 22057 EPD & BIM

Die bisher bestehende Lücke zwischen Ökobilanzen (EPD) und BIM wird durch einen neuen Normentwurf geschlossen, die ISO/DIS 22057. In dieser Norm wird die Integration von Lebenszyklusinformationen aus EPDs in BIM-Systemen angestrebt. Hierzu wurden unterschiedliche Datenformate und Schnittstellen für die Datenverarbeitung harmonisiert sowie Qualitätsregeln für die Daten entwickelt.

In der ISO 22057 werden hauptsächlich Ökobilanzindikatoren behandelt. Datenvorlagen für sonstige umweltrelevanten Produktinformationen sind nicht berücksichtigt.

ISO 23387 Datenvorlagen und ISO 19650 Informationsmanagement mit BIM

Die ISO 22057 standardisiert Datenvorlagen für den Austausch von Ökobilanzdaten und beruht auf der ISO 23387, welche generell Grundlage einer genormten Datenstruktur zum Austausch von Informationen zu jeder Art von Bauobjekten (zB Produkt, System, Baugruppe, Raum, Gebäude) vom anfänglichen Entwurf bis zum Abriss des Bauwerks darlegt.

Die ISO 19650-1 beschreibt die Begriffe und Grundsätze für das Informationsmanagement sowie Empfehlungen für eine Vorgabe zur Verwaltung von Informationen, einschließlich Austausch, Aufzeichnung, Versionierung und Organisation für alle Akteure. Gemäß ISO 19650 folgen die Spezifikation und Lieferung von Projekt- und Anlagen-Informationen vier übergreifenden Prinzipien:

1. Informationen werden für die Entscheidungsfindung während des gesamten Lebenszyklus benötigt.
2. Informationen werden fortlaufend entsprechend einer Anforderungsliste mit relevanten Informationen spezifiziert.
3. Wenn eine Lieferkette existiert, dann sollten Informationsanforderungen entlang der Lieferkette weitergegeben werden – bis zur relevantesten Ak-

teurin/zum relevantesten Akteur oder bis zu dem Punkt, an dem die Informationen am einfachsten bereitgestellt werden können.

4. Der Informationsaustausch beinhaltet den Austausch und die Koordination der Informationen über eine gemeinsame Datenumgebung (CDE „common data environment“), wobei klar definierte Arbeitsabläufe verwendet werden, um ein kohärentes Vorgehen aller beteiligten Organisationen zu ermöglichen.

Diese beiden Normen können eine geeignete Grundlage für die Integration von umweltrelevanten Produktinformationen in die BIM-Methode bieten:

- ISO 23387 für Datenvorlagen für sonstige umweltrelevante Produktinformationen wie Angaben zu Inhaltsstoffen, Schadstofffreiheit oder Kreislauffähigkeit sowie
- ISO 19650-1 für das Informationsmanagement dieser umweltrelevanten Produktinformationen.

Dies wird aktuell im Projekt „BIMpeco“ (Huemer-Kals et al., 2021) untersucht. Hier werden Workflows und Datenstrukturen für das digitale Informationsmanagement von diesen umweltrelevanten Produktdaten festgelegt. Das Produktinformationsmanagement soll den gesamten Lebenszyklus und die gesamte Lieferkette berücksichtigen, im Speziellen für

- das ökologische Produktmanagement,
- die Bauabrechnung,
- die Wartung der Materialien und
- die spätere Kreislaufführung.

Die im Rahmen der ökologischen Beschaffung (siehe Abschnitt „Schadstoffe in Baustoffen / Ablauf des Produktmanagements“) beschriebenen und erprobten Prozessabläufe sollen in das digitale Produktinformationsmanagement integriert werden. Die Datenvorlagen sollen in der Produktdatenbank baubook umgesetzt werden (vgl. Abschnitt „Schnittstellen von baubook zu anderen Anwendungen“).

Praktische Umsetzung zur Verknüpfung von BIM-Applikationen mit Ökobilanzdaten

Prinzipielle Herangehensweisen

Bestehende Ökobilanz-Tools (zB „eco2soft Ökobilanzrechner für Gebäude“) erfordern eine manuelle Eingabe der Bauteile inkl. Flächen, Schichtdicken und eingesetzter Materialien. Änderungen in der Planungssoftware müssen im Ökobilanz-Tool regelmäßig nachgeführt werden.

Grundsätzlich existieren zwei Herangehensweisen für die Verknüpfung von BIM-Applikationen mit der Ökobilanzberechnung:

1. Plug-In der erforderlichen Materialdaten in die BIM-Applikation und direkte Berechnung oder
2. Export der Materialdaten aus der BIM-Applikation und Ökobilanzberechnung in Fachplanungssoftware.

Ad 1.: Direkte Ökobilanzberechnungen in BIM-Applikationen werden üblicherweise über eine Massenbilanz der im Gebäude enthaltenen Materialien und Verknüpfung mit den Ökobilanzdaten aus der Plug-In-Datenbank bewerkstelligt. Es gibt für die Erstellung von Ökobilanzen eigene Software-Tools, welche sehr viel komplexere Einstellungen, Modellierungen und Auswertungen zulassen und laufend an aktuelle Entwicklungen in der Ökobilanzierung angepasst werden. Die neueren Normen zur BIM-Methode (EN ISO 19650-Serie, ISO 23386, ISO 23387) unterstreichen außerdem die Vorgangsweise, Daten und Berechnungen außerhalb der Entwurfssoftware zu halten.

Ad 2.: Der Export der Materialdaten aus der BIM-Applikation erfolgt meistens in Form eines Massenauszugs als CSV-Datei mit anschließender manueller Berechnung in Excel oder Einlesen der CSV-Datei in Ökobilanztools. Der Massenauszug ist wie bei der ersten Methode meist hochaggregiert (Masse per Material im Gebäude) und eine Zuordnung der Baustoffe zum Bauteil ist nicht mehr gegeben. Diese Information ist jedoch notwendig, um verschiedene Indikatoren berechnen zu können wie zum Beispiel die Kreislauffähigkeit am Ende des Lebenszyklus von Gebäuden.

Aktuelle Entwicklungen

Im Projekt „6D BIM-Terminal“ (Figl et al., 2020b) wurde die direkte Anbindung von baubook und eco2soft an BIM-Applikationen untersucht. Ziel des Projekts war, die Lücke zwischen BIM-basierter Entwurfsplanung und den Fachplanungen zu schließen und eine durchgehende planungsbegleitende Lebenszyklusanalyse mit BIM zu unterstützen. Wichtige Ergebnisse des Projekts sind:

- Es wurde eine Liste mit standardisierten Bauproduktbezeichnungen zum Austausch zwischen BIM-Applikationen und Fachplanungssoftware erarbeitet. Diese Liste wurde im Rahmen der ÖNORM A 2063-2 genormt. Die Veröffentlichung dieser Norm wurde am 27.01.2021 beschlossen.
- Es wurde ein Abgleich der erforderlichen Bauteil-Attribute für die Ökobilanzberechnungen in baubook/eco2soft mit den IFC4-Merkmalen vorgenommen. Dabei stellte sich zwar heraus, dass viele wichtige Merkmale im IFC4-Standard fehlen, auf der Analyse kann aber bei der Weiterentwicklung aufgebaut werden.
- Die XML-Schnittstelle von baubook/eco2soft stellte sich als prinzipiell tauglich zur Übernahme von übersetzten IFC-Dateien heraus.
- In dem Projekt wurde ein Programm-Prototyp („BIMterminal“) entwickelt, das IFC-Dateien auswertet und Ökobilanzindikatoren zurückgibt. Das BIMterminal bietet einen guten Ansatz für die Verknüpfung von IFC-Dateien mit Ökobilanzen, hat jedoch deutliche Schwächen, die uns dazu bewegen, einen gänzlich anderen Weg einzuschlagen.

Schwächen und Handlungsfelder sind:

- Das BIMterminal arbeitet offline. Die Anwender/innen müssen für die weitere Bearbeitung in die eigene Fachplanungssoftware wechseln.
- Das BIMterminal berechnet Ökobilanzdaten durch Mappen von IFC-Dateien mit einem statischen Elementekatalog. Die Qualität der Berechnungsergebnisse ist durch die Übereinstimmung der IFC-Elemente mit den Referenzelementen limitiert. Für bessere Ergebnisse müssen projektspezifische Referenzelemente in einer Fachplanungssoftware neu erstellt und ins BIMterminal geladen werden. Das Elementmodell und der erforderliche Workaround sind in der Praxis wenig effizient.
- Die für die Ökobilanzierung notwendigen Informationen werden erst ab IFC4-Format (ISO 16739-1) unterstützt. Zum Zeitpunkt der Projektbearbeitung war noch keine Software nach IFC4 zertifiziert, und selbst zum Zeitpunkt des Endberichts waren es erst drei Programme. Im Projekt konnten daher keine „echten“ Use Cases untersucht werden.
- Der inhaltliche Fokus lag auf CO₂-Bilanzierung. Die erforderlichen Daten und komplexen Algorithmen, die hinter dem in Österreich gebräuchlichen Ökoindex OI3 stehen, wurden im Projekt nicht untersucht.
- Im Projekt wurde mit generischen Produktdaten gearbeitet (baubook-Richtwerte, ABK-Kostendaten). Generische Produktdaten leisten vor allem in den ersten Planungsphasen gute Dienste. Im Laufe des Projektfortschritts tritt aber der Bedarf an produktspezifischen Daten in den Vordergrund.

9.6 Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Ausblick

Kreislauffähige Bauprodukte spielen eine wesentliche Rolle für den Klimaschutz und die Kreislaufwirtschaft. Unter kreislauffähigen Baustoffen werden hier Produkte

verstanden, welche einen optimalen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft und zum Klimaschutz liefern sowie keine Schadstoffe in die Umwelt oder die Raumluft abgeben.

Der Beitrag zum Klimaschutz kann mit der Ökobilanzmethode erfasst werden (Indikator GWP, Beitrag zur globalen Klimaerwärmung). Die Ergebnisse der Ökobilanz werden meist über Umweltproduktdeklarationen (EPDs) veröffentlicht. Sonstige umweltrelevanten Informationen, wie zum Beispiel Schadstoffgehalte, sind meist auf das Wesentliche beschränkt und nicht standardisiert. Die Ökobilanzmethode weist außerdem essenzielle Schwächen bei der Abbildung der Kreislauffähigkeit von Bauprodukten auf.

Für die Beurteilung der Kreislauffähigkeit ist es daher wichtig, auch Kriterien außerhalb der Ökobilanzmethode heranzuziehen. Wichtige sonstige umweltrelevante Produktinformationen sind:

- Deklaration der Inhaltsstoffe,
- Schadstoffgehalt und -freisetzung,
- Kreislauffähigkeit von Baustoffen sowie
- Herkunft der Rohstoffe.

Für diese umweltrelevanten Produktinformationen gibt es noch keine europäisch harmonisierten Standards. Das neue Normungskomitee CEN/TC 350 SC1 wird in einem ersten Schritt eine Norm erarbeiten, welche den Rahmen und die Prinzipien für Kreislaufwirtschaft im Bausektor festlegt. In Österreich ist es mit den „ÖkoBauKriterien“ gelungen, einen Kriterienkatalog für schadstoffarme Baustoffe zu harmonisieren. Mögliche Nachweisquellen für diese weiteren umweltrelevanten Produktinformationen sind Umweltzeichen oder Produktdatenbanken.

Die Nachweisführung im Rahmen der ökologischen Beschaffung, Gebäudezertifizierung oder Wohnbauförderung erleichtert das Web-Portal www.baubook.at. Die baubook-Datenbank liefert außerdem validierte und strukturierte Baustoffdaten für die Berechnung von Energie- und Ökologiekennzahlen. Über die bestehenden XML-Schnittstellen werden bereits seit vielen Jahren die ÖkoBauKriterien oder bauphysikalische und ökologische Kennwerte an Energieausweis-Berechnungsprogramme oder weitere NutzerInnen übergeben.

Die BIM-Methode kann eine wertvolle Unterstützung bei der Planung kreislauffähiger Gebäude bieten. Über einen

effizienten Datenaustausch kann sie bei der Produktwahl in der Planungs- und Ausführungsphase unterstützen. Für den verwertungsorientierten Rückbau am Lebensende des Gebäudes („Urban Mining“) ist eine Dokumentation der verbauten Materialien essenziell. Die Dokumentation unterstützt außerdem bei der Instandhaltung und Instandsetzung von Gebäudeteilen.

Für einen zuverlässigen offenen Austausch von ökologischen Produktinformationen mit BIM-Applikationen werden standardisierte Datenformate- und -vorlagen benötigt. Im Rahmen des Forschungsprojekts „6D-BIM-Terminal“ (Figl et al., 2020b) wurde ein Abgleich der baubook Kategorien und Merkmale für Materialien und Bauelemente mit dem IFC4-Standard und dem ASI-Merkmalserver gemacht. Dabei wurde festgestellt, dass Merkmale für ökologische Produktinformationen fehlen bzw fehlerhaft definiert sind. Der neue Normentwurf ISO 22057 wird mit standardisierten Datenvorlagen zukünftig Abhilfe für die Deklaration von Ökobilanzindikatoren schaffen. An der Umsetzung eines standardisierten Austauschs von Ökobilanzdaten zwischen baubook und BIM-Applikationen gemäß dieser Norm wird aktuell gearbeitet (Umsetzungsziel: 2022).

Andere umweltrelevante Produktinformationen (wie Angaben zu Inhaltsstoffen, Schadstofffreiheit oder Kreislauffähigkeit) wurden bisher noch nicht systematisch und in standardisierter Weise in die BIM-Umgebung einbezogen. Mit der internationalen Normen ISO 23387 wurde ein Standard geschaffen, mit dem auch diese Informationen standardisiert dargestellt werden können. Die Bereitstellung des Inhalts von Datenvorlagen liegt außerhalb des Anwendungsbereichs dieser Norm. Dieses Datenformat wird daher bisher nur von dem Unternehmen CoBuilder angewandt, unter dessen Ägide auch der Normentwurf erarbeitet wurde. Im Projekt BIMpeco (Huemer-Kals et al., 2021) werden aktuell mit baubook verknüpfte Datenvorlagen und Datenblätter mit ökologischen Produktinformationen nach diesem Standard erstellt (geplante Fertigstellung 2022).

10

BIM in der Abfallwirtschaft

Autor:

Albert Aigner (Sustainability& GmbH)

Erweitert um Inhalte von:

Hildegund Figl (IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH)

Editiert von den Herausgebern

Die UN hat in den Sustainable Development Goals (SDGs) 2030 (United Nations Development Programme 2021) 17 Entwicklungsziele für Mensch, Planet und Wohlstand definiert. Dazu zählt unter anderem das Bestreben nach „Nachhaltigen Städten und Gemeinden“. Die Schnittmenge zwischen Bauwirtschaft und Abfallwirtschaft hat in diesem Bereich einen wesentlichen Einfluss. Die Nutzung von Bestandsgebäuden als Materiallager und damit verbunden die Vermeidung von Abfällen wird in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen. Grundlage hierfür ist die Verfügbarkeit entsprechender Daten (Material, Material-

eigenschaften, Menge etc). Das Erfordernis einer Datenbank macht den Einsatz von BIM hierfür besonders interessant.

Im Folgenden wird die aktuelle Situation, das Konzept Schad- und stoffstofffreien Bauens, die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie das Ziel der Kreislaufwirtschaft dargestellt und Möglichkeiten des Einsatzes von BIM in diesen Zusammenhängen erläutert. Zudem erfolgen Vorschläge, welche Möglichkeiten die Gesetzgebung hätte, um den Einsatz von BIM zu unterstützen.

10.1 Status quo

Aktuell ist die Bauwirtschaft mit einem jährlichen Einsatz von rund 100 Mio. Tonnen (vgl Eisenmenger, 2011) der größte Verbraucher mineralischer Rohstoffe in Österreich. Mit 11,51 Mio. Tonnen (vgl BMK, 2021) bilden Abfälle aus dem Bauwesen einen wesentlichen Anteil am Gesamtabfallaufkommen in Österreich. Der Beitrag des Bausektors ist dabei sowohl als Potenzial als auch als Herausforderung zu betrachten. Einerseits verfügt diese Art von Abfall über ein sehr hohes Verwertungspotenzial, andererseits ist dieses Lager aktuell noch weitgehend ungenutzt. Strenge gesetzliche Umfeldbedingungen können hier entgegenwirken. Eine hohe Recyclingquote wird beispielsweise bereits durch die Abfallrahmenrichtlinie vorgegeben, die eine Verwertungsquote von zumindest 70 % von Baurestmassen verbindlich vorschreibt (vgl Europäische Union, 2008). Gleichzeitig ist das Bauwesen jener Wirtschaftsbereich, der die größten Lager bildet und mit rund 40 % (Mötzl et al., 2009) den größten Materialinput erfordert.

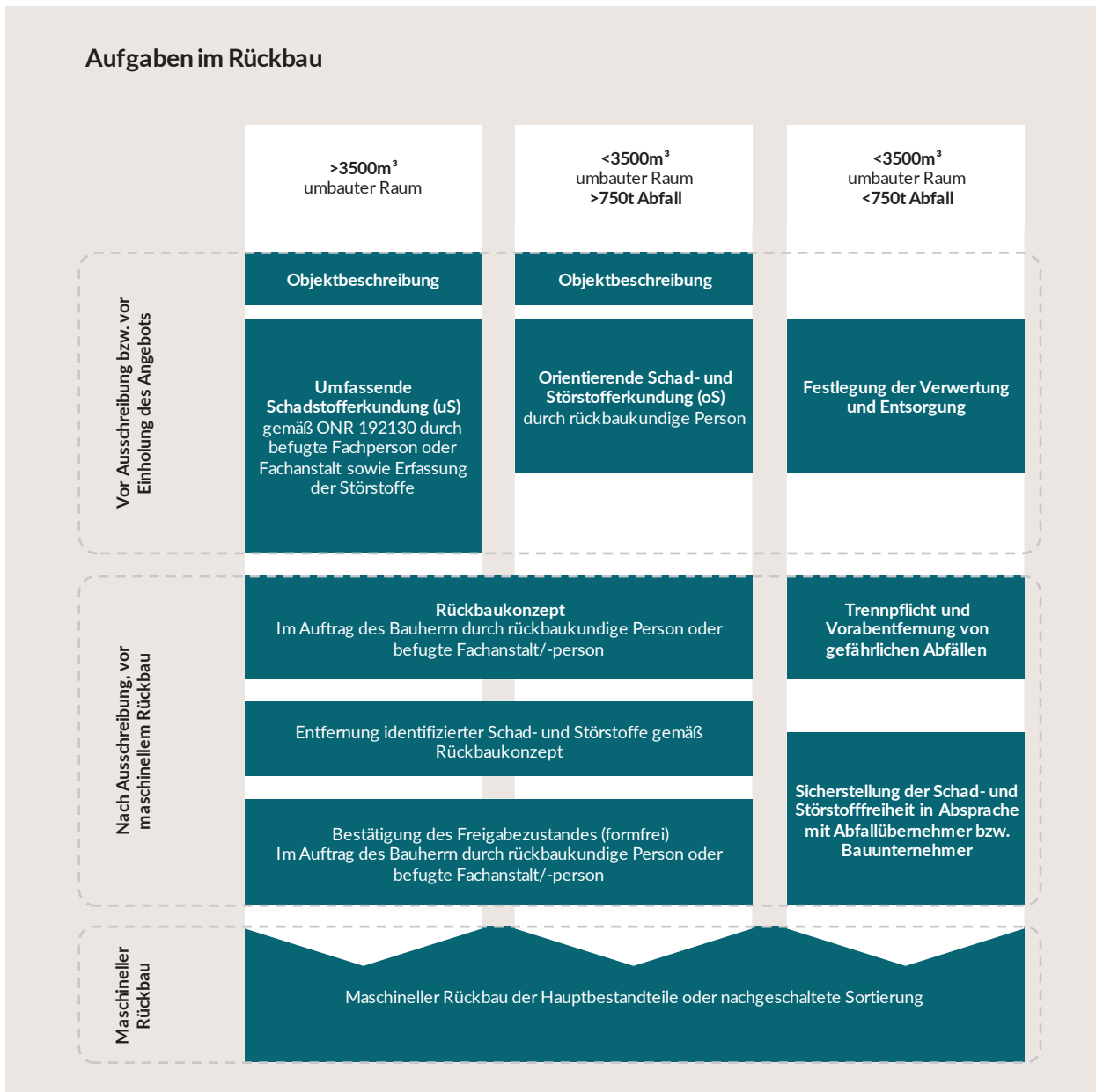
Um diese Materiallager erneut verwenden zu können (im Kreislauf zu halten), ist eine entsprechende Planung des Rückbaus erforderlich. Nachfolgende schematische Darstellung gibt einen groben Überblick der komplexen Aufgaben in den verschiedenen Phasen des Rückbaus (Land Steiermark, 2020). Allen Größen von Projekten gemein ist, dass Verwertung und Entsorgung bereits in der Angebotsphase für den Rückbau festgelegt werden müssen.

Beispiele eines verwertungsorientierten Rückbaus zeigen, dass durch entsprechende Vorplanungen bis zu 98 % eines Abbruchgebäudes verwertet werden können (Amt der Oö Landesregierung, 2020). Dabei können sowohl Wertstoffe wiedergewonnen als auch erhebliche Entsorgungskosten eingespart werden. Voraussetzung einer derart hohen Verwertungsquote ist ein fachgerechter Abbau, bei dem die anfallenden Baurestmassen richtig getrennt werden.

Als Grundlage muss entweder eine Schad- und Störstofferkennung durchgeführt werden, oder die Informationen über verbaute Stoffe und Massen auf eine andere, geeignete Art und Weise erhoben werden (Hinweis: Bereits in der ersten Phase des Informationsgewinns zur Festlegung der Verwertung und Entsorgung würden in BIM, digital verfügbare Daten eine erhebliche Erleichterung und damit eine Vergünstigung sowie Beschleunigung des Prozesses bewirken).

Zum Zeitpunkt des Rückbaus sind aktuell jedoch wenig Informationen über die eingesetzten Materialien vorhanden, weshalb eine Schad- und Störstofferkennung durchgeführt wird. Für komplexere Produkte wie Fenster, Dämmstoffe oder Brettschichtholz erhält der Bauwerber keine dokumentierten Aufzeichnungen über deren Zusammensetzung und Behandlung. Hierfür sind weitere Beurteilungen durch qualifizierte Personen vorzunehmen.

Aufgaben im Rückbau



men. Der dadurch entstehende Aufwand für Prüfung, Dokumentation und Behandlung ist jedoch Doppelarbeit, da bereits bei der Produktion Aufzeichnungen geführt werden müssen, um das Produkt erstmalig in Verkehr bringen zu dürfen. Werden vorhandene Daten nutzbar gemacht, kann die Schadstofferkundung wesentlich vereinfacht werden.

Die Erhebung von Informationen zu verbauten Produkten dient der Vermeidung von Gefahren für Mensch und Umwelt. Durch eine Vielzahl rechtlicher Vorgaben wird der

Umgang mit den Stoffen und Materialien geregelt. Der gänzliche Ausschluss einer möglichen Gefährdung für Mensch oder Umwelt wird dadurch jedoch nicht erreicht. Folgende Abbildung gibt einen Auszug relevanter rechtlicher Grundlagen.

| Rückbauphase | Rechtliche Grundlagen (Auszug) |
|---|--|
| Alle Materialien aus Abbruch sind als Abfall anzusehen | |
| Schad- und Störstofferkundung (umfassend oder orientierend) | ÖNORM B 3151, ONR 192130 |
| Zwischenlager | §2 Abs 7 Z.4 AWG 2002 |
| Entfernung der Schad- und Störstoffe | Freigabeprotokoll durch rückbaukundige Person bzw. befugte Fachperson oder Fachanstalt |
| Baurestmassen trennen und qualitätsgesichert aufbereiten | §6 und Anhang 2 Recycling-Baustoffverordnung, ALSAG, ÖNORM S2127 |
| Zulässige Geländeverfüllung und bautechnische Schüttungen | SN 31411 34 oder SN 31411 35 |
| AISAG Beitrag ermitteln, anmelden und entrichten | ALSAG |
| Abfälle aufzeichnen | §17-22 AWG 2002, Abfallbilanzverordnung |

10.2 Schad- und störstoffreies Bauen

Aufgrund der globalisierten Wirtschaft wird es, vor allem im Bereich komplexer Bauvorhaben, noch einige Zeit dauern, bis eine gänzlich schad- und störstofffreie Bauwirtschaft möglich ist. Dennoch gibt es bereits Methoden, um den Anteil unerwünschter Stoffe auf ein absolutes Minimum zu reduzieren, sodass keinerlei Gefahr für Mensch und Umwelt ausgeht.

Will man störstofffrei bauen ist zwischen biologischem und technischem Stoffkreislauf zu unterscheiden. Der biologische Stoffkreislauf beinhaltet Verbrauchsgüter, welche nach ihrer Nutzung wieder als Nährstoff der Biologischen Zersetzung zugeführt werden können. Der technische Kreislauf beinhaltet Gebrauchsgüter, die durch Rücknahme- und Cycling-Systeme als sogenannte technische Nährstoffe erneut zur Verfügung stehen.

Unter anderem bieten das Material Health Zertifikat und das Cradle to Cradle®-Zertifikat Lösungen für das wachsende Interesse von Industrie und Verbrauchern, mehr über die in Produkten in ihren Lieferketten verwendeten Chemikalien zu erfahren und bedenkliche Chemikalien zu vermeiden. Das Material Health Zertifikat verwendet die strenge, weltweit anerkannte Methodik zur Bewertung der Materialgesundheit des Cradle to Cradle®-zertifizierten Produktstandards, um Herstellern eine zuverlässige

Möglichkeit zur Bewertung und Überprüfung ihrer Arbeit im Hinblick auf sicherere Produktchemikalien zu bieten (vgl Cradle to Cradle Products Innovation Institute, 2021).

Bereits heute gibt es eine Vielzahl an zertifizierten Produkten, welche speziell für die Kreislaufwirtschaft entwickelt wurden. Die Palette reicht von Brettschichtholz über EPS bis hin zu Zement, Rohrleitungen und Armaturen. Mit wenigen Ausnahmen kann also bereits heute ein gesamtes Gebäude mit, explizit für die Kreislaufwirtschaft, zertifizierten Produkten erbaut werden. Fast alle der Cradle to Cradle®- oder Material-Health-zertifizierten Produkte werden für die LEED-Zertifizierung anerkannt. Hierdurch können weitere Potenziale im Bereich der Gebäudezertifizierung erschlossen werden.

Da zahlreiche Stoffe und Materialien auftreten, sind in der Abfallwirtschaft und den verschiedenen Phasen des Rückbaus enge rechtliche Rahmen gesetzt, welche es zu berücksichtigen gilt.

10.3 Grundlegendes zum Abfallwirtschaftsrecht

Das österreichische Abfallwirtschaftsrecht ist in weiten Teilen von unionsrechtlichen Rechtsakten (insbesondere der Abfallrahmen) und der Judikatur des Europäischen Gerichtshofs (EuGH) determiniert. Dadurch ist der Handlungsspielraum des nationalen Gesetzgebers zur Verwirklichung eigener Zielsetzungen denkbar gering. Dessen ungeachtet können diese Rahmenbedingungen durchaus genutzt werden, um mit Weiterentwicklungen, wie etwa BIM, die damit verbundenen Vorteile zu realisieren.

Dabei sind aber die unionsrechtlichen Vorgaben zu beachten, von denen die nationale Gesetzgebung nicht abweichen darf. Demonstrativ sind dabei folgende Regelungen zu beachten (Hervorhebungen deuten auf einen möglichen Bezug zu BIM hin):

- Abfallrahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/98/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien idgF)
- Verbringungsverordnung (Verordnung [EG] 1013/2006 des europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Juni 2006 über die Verbringung von Abfällen idgF)
- Deponierichtlinie (Richtlinie 1999/31/EG des Rates vom 26. April 1999 über Abfalldeponien)
- Verpackungsrichtlinie (Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle)
- uvm (vgl WKO, 2021)

Begrifflichkeiten

Um das Abfallwirtschaftsrecht zu verstehen und mögliche Berührungspunkte mit BIM besser identifizieren zu können, ist es erforderlich vorab einige Begriffe, die im Abfallwirtschaftsrecht von Bedeutung sind, zu definieren:

Abfall

Abfälle im Rechtssinn sind bewegliche Sachen, deren sich der/die Besitzer/in entledigen will oder entledigt hat oder

deren Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung als Abfall erforderlich ist, um die öffentlichen Interessen (§ 1 Abs 3 AWG 2002) nicht zu beeinträchtigen (§ 2 Abs 1 AWG 2002).

Aus dieser Begriffsdefinition ist abzuleiten, dass das AWG 2002 einen subjektiven und einen objektiven Abfallbegriff kennt. Ist einer dieser beiden Begriffe erfüllt, so liegt Abfall vor. Der subjektive Abfallbegriff ist durch das Merkmal des »sich Entledigens« gekennzeichnet (§ 2 Abs 1 Z 1 AWG 2002). Will sich jemand einer Sache entledigen, so liegt jedenfalls Abfall vor.

Dagegen ist der objektive Abfallbegriff dann erfüllt, wenn die Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung einer Sache als Abfall erforderlich ist, um die öffentlichen Interessen nicht zu beeinträchtigen (§ 2 Abs 1 Z 2 AWG 2002). Nach § 2 Abs 3 AWG 2002 ist eine geordnete Sammlung, Lagerung, Beförderung und Behandlung jedenfalls so lange nicht im öffentlichen Interesse erforderlich, solange eine Sache nach allgemeiner Verkehrsauffassung neu ist (§ 2 Abs 3 Z 1 AWG 2002) oder sie in einer nach allgemeiner Verkehrsauffassung für sie bestimmungsgemäßen Verwendung steht (§ 2 Abs 3 Z 2 AWG 2002).

Im Zusammenhang mit Bauvorhaben können daher als Abfälle anfallen:

- Bodenaushub
- Verpackungsmaterial von Baustoffen (etwa leere Zementsäcke)
- Bei Bauarbeiten anfallende Abfälle (Holz, Fliesen- und Ziegelbruch)
- Alle eingesetzten Materialien beim Abbruch

Abfallende

Als »Abfallende« wird jener Zeitpunkt bezeichnet, in dem Stoffe die Eigenschaft als Abfall verlieren. Die Abfalleigenschaft endet erst, wenn die Abfälle oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe unmittelbar als Substitution

von Rohstoffen oder von aus Primärrohstoffen erzeugten Produkten verwendet werden. Im Fall einer Vorbereitung zur Wiederverwendung iSd § 2 Abs 5 Z 6 AWG 2002 ist das Ende der Abfalleigenschaft mit dem Abschluss dieses Verwertungsverfahrens erreicht. Daneben sehen noch verschiedene Verordnungen auf nationaler und unionsrechtlicher Ebene Kriterien vor, wann das Abfallende vor den oben genannten Zeitpunkten eintreten kann (vgl § 5 Abs 1 AWG 2002). Prominentes Beispiel für eine derartige Abfallendeverordnung ist die Recycling-Baustoffverordnung (RBV).

Abfallbehandlung

Als Abfallbehandlung ist im weitesten Sinn der physische Umgang mit Abfällen zu verstehen. Grundlegend ist die Unterscheidung der Abfallbehandlungsarten »Verwertung« und »Beseitigung« (letztere auch sonstige Behandlung genannt). Das AWG 2002 enthält in seinem Anhang 2 eine Aufzählung von Verwertungs- und Beseitigungsverfahren, die jedoch nicht erschöpfend ist und nur demonstrativen Charakter hat (vgl EuGH 27.2.2002, Rs C-6/00, .A.S.A. Rn 60). Die Unterscheidung zwischen beiden Behandlungsarten ist für die Zwecke der Anwendung der Abfallrahmenrichtlinie und des AWG 2002 aufgrund unterschiedlicher Rechtsfolgen (Anlagenrecht, Verbringungsrecht) von Bedeutung. Aus diesen Gründen hat auch der EuGH festgehalten, dass jedes Verfahren der Abfallbehandlung als Beseitigung oder Verwertung eingestuft werden können muss; ein und dasselbe Verfahren kann nicht gleichzeitig Beseitigung und Verwertung sein (nochmals EuGH 27.2.2002, Rs C-6/00, .A.S.A., Rn 63).

Die Zuordnung der Behandlungsverfahren ist jedoch nicht immer eindeutig möglich, vielfach weisen Abfallbehandlungsverfahren sowohl Elemente der Beseitigung als auch der Verwertung auf. Entscheidend dafür, dass eine Abfallverwertungsmaßnahme vorliegt, ist, dass es ihr Hauptzweck ist, die Abfälle für einen sinnvollen Zweck einzusetzen, also andere Materialien zu ersetzen, die sonst für diesen Zweck hätten eingesetzt werden müssen, und dadurch natürliche Rohstoffquellen zu erhalten (EuGH 27.2.2002, Rs C-6/00, .A.S.A., Rn 69; 13.2.2003, Rs C-458/00, Kommission/Luxemburg, Rn 36; 13.2.2003,

Rs C-228/00, Kommission/Deutschland, Rn 45). Auch der VwGH folgte dieser Judikaturlinie des EuGH und stellte bei der Beurteilung der Frage, ob ein Verwertungsverfahren vorliegt, auf den Hauptzweck des Verfahrens ab (VwGH 2.6.2005, 2003/07/0012).

In der Literatur wird dazu die Ansicht vertreten, dass auf den Nutzen abzustellen ist, der durch die Anwendung des jeweiligen Verfahrens auf den zu behandelnden Abfall erzielt werden kann; ist der Nutzen hoch und mit dem Einsatz von Nicht-Abfällen vergleichbar oder besteht er in der sinnvollen Rückgewinnung von Stoffen, liegt regelmäßig Verwertung vor. Liegt der Nutzen dagegen darin, den Abfall dauerhaft aus dem Verkehr zu ziehen, sei Beseitigung gegeben. Ebenso entscheidend erscheine auch, ob der auf die Abfälle angewendete Vorgang dazu beitrage, dass ein neues Produkt entstehe. Ist dies der Fall, spreche dies für Verwertung.

Bundesabfallwirtschaftsplan

Zur Verwirklichung der Ziele und Grundsätze des AWG 2002 ist durch die oberste Abfallrechtsbehörde (derzeit BMK) zumindest alle sechs Jahre ein Bundes-Abfallwirtschaftsplan (BAWP) zu erstellen.

Dieser enthält insbesondere die Darstellung der abfallwirtschaftlichen Situation, die Beschreibung der durchgeführten und geplanten Maßnahmen zur Erreichung der Vorgaben des AWG 2002, Behandlungsgrundsätze sowie das Abfallvermeidungsprogramm. Die überragende Bedeutung des BAWP ergibt sich aus dem Umstand, dass diesem im Sinn eines generalisierten Sachverständigen-gutachtens gesetzesähnliche Wirkung zukommt. Letztlich wird darin der Stand der Technik der Abfallbehandlung festgelegt.

Ziele und Hierarchie der Abfallbewirtschaftung

Als Hintergrund der strengen Regelung der Abfallwirtschaft sind die von Abfällen ausgehenden Gefahren anzusehen. Neben einer unmittelbaren Gefährdung von Menschen können Abfälle auch erhebliche Umweltauswirkungen auf Luft, Grundwasser, Flora und Fauna haben. Durch die Regelungen des Abfallwirtschaftsrechts sollen

diese Auswirkungen verhindert und gleichzeitig Ressourcen (Rohstoffe, Wasser, Energie, Landschaft, Flächen, Deponievolumen) geschont werden (§ 1 Abs 1 AWG 2002).

Bereits die erste Abfallrahmenrichtlinie 75/442/EWG sah eine Hierarchie der Abfallbewirtschaftung vor, um dem Ziel der Ressourcenschonung Rechnung zu tragen. Im Zuge der Novellierung der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG im Jahr 2008 wurde diese Rangfolge erweitert. Die Abfallhierarchie gliedert sich nun in die folgende fünfteilige Skala (vgl § 1 Abs 2 AWG 2002):

1. Abfallvermeidung;
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung;
3. Recycling;
4. sonstige Verwertung, zB energetische Verwertung
5. Beseitigung

Abfallvermeidung hat dabei grundsätzlich Vorrang, Beseitigung grundsätzlich Nachrang. Der Vorrang der Verwertung gegenüber Beseitigung entfällt nur, wenn die Beseitigung der Abfälle den Schutz von Mensch und Umwelt am besten gewährleistet. Bei den unter den Nummern 2 bis 4 genannten Maßnahmen hat die jeweils beste Option aus Sicht des Umwelt- und Gesundheitsschutzes Vorrang.

Im Rahmen (Figl et al., 2020a) wurden die Verwertungswege daher weiter in unterschiedliche Qualitätsstufen

unterteilt (siehe auch Abbildung „Klassifizierungsmatrix der Abfallbehandlungsmöglichkeiten“):

Stoffliche Verwertung

- Closed Loop (geschlossene Kreisläufe)
- Recycling mit geringfügigen Aufbereitungsaufwand (RC+)
- Recycling mit hohem Aufbereitungsaufwand im Vergleich zum Primärrohstoff (RC-)
- Downcycling für technisch anspruchslose Einsatzgebiete (Füllstoff, Verfüllung) (SV)




Verbrennung

- Verwertung als Sekundärbrennstoff (EV+)
- Energierückgewinnung aus schadstoffarmen Abfallfraktionen (EV-)
- Energetische Beseitigung (EB+ und EB-)

Die verschiedenen Abfallbehandlungsmöglichkeiten werden anschließend in einer Klassifizierungsmatrix für die Entsorgung von Baustoffen (keine Verunreinigung durch) untereinander in Beziehung gestellt.

Diese Hierarchie darf jedoch nicht dahingehend missverstanden werden, dass sie eine absolute Ordnung vorgibt. Die Hierarchie ist vielmehr gesamtheitlich zu sehen. Aspekte der ökologischen Zweckmäßigkeit und technischen Möglichkeiten müssen bei ihrer Auslegung ebenso berücksichtigt werden, wie allenfalls entstehende Mehr-

Klassifizierungsmatrix der Abfallbehandlungsmöglichkeiten
gemäß H. Figl et al (2020a)

| Klasse | A+++ | A++ | A+ | A | B | C | D | |
|------------|---|--|--|---|---|--|--|--|
| | Bauprodukt | RC-Baustoff | Abfall | | | | | |
| | Vorbereitung zur Wiederverwendung |  Recycling | | | Sonstige Verwertung |  Deponierung | | |
| Kategorien | ReUse Wiederverwendungsfähige Baukonstruktion | Closed Loop Geschlossene Kreisläufe Rohstoffliche Verwertung | RC+ Werkstoffliche Verwertung ohne Aufbereitsaufwand | RC- Verwertung mit Aufbereitungsaufwand | SV zum Beispiel Verfüllungen | Dep- Deponierung ohne Aufbereitungsaufwand | Dep- Deponierung mit Aufbereitungsaufwand | |
| | | | |  Verbrennung | | | | |
| | | | | EV+ Energetische Verwertung (schadstofffrei) | EV- Energetische Verwertung (schadstoffarm) | EB+ Energetische Beseitigung (mittl. Schadstoffgeh.) | EB- Energetische Beseitigung (hoh. Schadstoff) | |

kosten im Vergleich zu anderen Verfahren. Das Gesetz verlangt bei jeder Abfallbehandlung eine gesamthafte Betrachtung und – dies sei im gegenständlichen Zusammenhang besonders hervorgehoben – eine Ausrichtung der Abfallwirtschaft, so dass unionsrechtliche Zielvorgaben, insbesondere in Hinblick auf das Recycling beachtet werden (§ 1 Abs 2a AWG 2002).

Die aktuell strengen gesetzlichen Vorgaben verfolgen das Ziel, schädliche Einflüsse auf Menschen und Umwelt zu minimieren. Dabei liegt der Fokus auf der Analyse und

dem Umgang mit den teilweise gefährlichen Abfällen. Die fortschreitende digitale Transformation der Baubranche in Kombination mit dem wachsenden Bewusstsein für Umwelt und Nachhaltigkeit, lassen den Fokus künftig stärker in Richtung Zertifizierung rücken. Nach strengen Richtlinien zertifizierte Baustoffe und Materialien ermöglichen den Ausschluss schädlicher Einflüsse auf Menschen und Umwelt. Der folgende Abschnitt thematisiert diesen Wandel im Bereich der Rahmenbedingungen.

10.4 Kreislaufwirtschaft

Aktuell vorherrschende Rahmenbedingungen beschäftigen sich bei aller Sorgfalt vorwiegend mit den Symptomen, die durch die aktuelle Praxis auftreten.

Symptome heutiger Praxis

Die Symptome aktueller Praxis sind vorwiegend das Auftreten von gesundheits- oder umweltgefährdenden Stoffen und keine genaue Kenntnis des mengenmäßigen Aufkommens von gefährlichen und nicht gefährlichen Stoffen. Strenge gesetzliche Vorgaben regeln den Umgang mit dieser Situation.

Ursachen heutiger Praxis

Die Ursachen liegen folglich darin, dass keine oder sehr ungenaue Aufzeichnungen vorliegen, die Auskunft über Menge und Ort der verwendeten Stoffe sowie Schad- und Störstoffe geben. Das über Schad- und Störstoffe, gerade aus der Vergangenheit, keine Aufzeichnungen vorliegen ist dadurch begründet, dass die schädlichen Auswirkungen erst später bekannt wurden und eine Zuordnung zu den Schad- und Störstoffen stattgefunden hat. Aufzeichnungen über den Mengenanteil verschiedener Stoffgruppen und Materialien hätten auch heute noch Gültigkeit, sofern welche vorhanden wären.

Zukünftige Rahmenbedingungen hätten demzufolge den größten Nutzen, wenn Schad- und Störstoffe sowie ge-

nerell gesundheits- und umweltgefährdende Stoffe nicht genutzt werden dürfen und Aufzeichnungen über Menge und Ort der verschiedenen verbauten Stoffe und Materialien getätigt werden.

Vermeiden der Ursachen

Bereits hohe Anforderungen an Dokumentation und Material stehen nun der Forderung gegenüber, die Anforderungen zu erhöhen, um nachhaltige und positive Effekte zu erzielen. Durchdachte Dokumentation reduziert schlussendlich den Aufwand, indem die Dokumentation bereits beim Bau in einer Art und Weise geschieht, dass diese nachvollziehbar über den gesamten Lebenszyklus bis hin zum Rückbau bleibt.

Aufwändige Schad- und Störstofferkundungen entfallen somit bzw werden erheblich vereinfacht und abfallrechtliche Vorgaben können leichter erreicht werden, da Informationen, welche bereits in der Planungs- und Bauphase zu Verfügung stehen, aufgenommen wurden und bereitgehalten werden können. Auch Änderungen während des Lebenszyklus, wie beispielsweise durch Sanierungen, werden festgehalten. Es entsteht somit ein digitaler Zwilling des Gebäudes, der sämtliche Informationen auf Knopfdruck bereitstellt.

Diese Art zur Vermeidung der Ursachen bietet, neben den direkten auf das Gebäude bezogenen Vorteilen, auch

enormes Potenzial für skalierbare Ressourcenplanung. Die Europäische Kommission strebt bis 2050 eine Kreislaufwirtschaft an. Dies ist keine plötzliche Veränderung, denn die Kreislaufwirtschaft war bereits vor 2010 in der Rohstoffstrategie der Bundesrepublik Deutschland verankert. Das Wissen um Mengen von recyclebaren Baustoffmassen und das Ende der Nutzungsphasen ist somit ein wesentliches Element der Kreislaufwirtschaft.

Neben einer unzureichenden bzw. ungeeigneten Dokumentation soll auch der Umgang mit Schad- und Störstoffen als aktuelle Herausforderung behandelt werden. Denkt man das System in Richtung Kreislaufwirtschaft zu Ende ist die naheliegende Lösung, keine Schad- und Störstoffe in gesundheits- oder umweltschädlichen Mengen mehr in Umlauf zu bringen, wie es durch die zu Beginn beschriebenen Zertifizierungsmodelle ermöglicht wird.

Bei einer Veränderung der Rahmenbedingungen sollte daher verstärkt auf

- die Dokumentationsanforderungen (siehe später ISO 29481-1) als auch auf
- die Materialanforderungen hinsichtlich der verwendeten Chemikalien und Fähigkeit zur Kreislaufwirtschaft geachtet werden.

Eine Grundvoraussetzung zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft ist die Verfügbarkeit relevanter Daten. Der folgende Abschnitt widmet sich diesbezüglich der Potenziale, die durch den Einsatz von BIM realisiert werden können.

10.5 Konkrete Möglichkeiten zur BIM-Integration

Im Folgenden werden anhand der Berührungspunkte zwischen Bauwirtschaft und Abfallwirtschaft Möglichkeiten zur Integration von BIM aufgezeigt. BIM-basierte Planungsprozesse können dazu beitragen, die Verwertbarkeit von Abfällen zu erhöhen, den Rückbau zu erleichtern und das Recycling allgemein attraktiver zu gestalten. Der Schlüssel dazu ist die Verfügbarkeit relevanter Informationen.

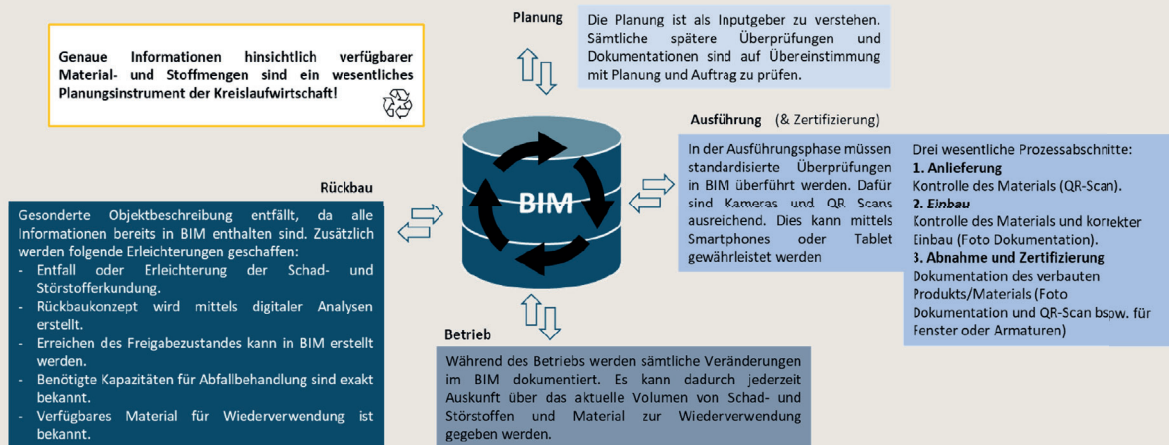
Digitale Datenerfassung von Bauwerksinformationen

Trotz aller Vorteile in der Theorie muss darauf geachtet werden, dass diese in der Praxis auch einfach und effizient umgesetzt und nutzbar gemacht werden können. Eine Digitalisierung von Bauwerksinformationen ist nur sinnvoll, wenn auch die Datenerfassung weitgehend digital abgebildet wird. Im Falle einer analogen Erfassung und anschließender Digitalisierung beziehungsweise fehlenden, direkten Schnittstellen, ist ein erheblicher Mehraufwand organisatorischer Natur zu erwarten.

Die Art und Weise der Erfassung, sowie die notwendigen technischen Hilfsmittel und Schnittstellen müssen entweder durch die ausschreibende Stelle oder durch den Bietenden definiert werden. Die Art und der Aufbau der Informationslieferungen werden gemäß ISO 29481-1 – Bauwerksinformationsmodelle – Handbuch der Informationslieferungen definiert.

Heutige Bauwerke werden häufig bereits als intelligente Gebäude bezeichnet. Komplexe Mess-, Steuer- und Regelungstechnik bieten dem Betreiber viele Möglichkeiten den Gebäudebetrieb hinsichtlich Kosten, Energieverbrauch oder anderer Vorgaben zu optimieren. An dieser Stelle soll daher erwähnt werden, dass in einer Datenbankstruktur für Gebäude klar zwischen Stammdaten und Bewegungsdaten unterschieden werden muss. Die Stammdaten werden durch das verwendete Material und Geräte repräsentiert und verändern sich im Laufe des Lebenszyklus nur geringfügig – die Informationen sind relativ statisch. Die größte Informationsmenge der Stammdaten entsteht während der Planungs- und Bauphase. Bewegungsdaten werden regelmäßig aufgenommen und

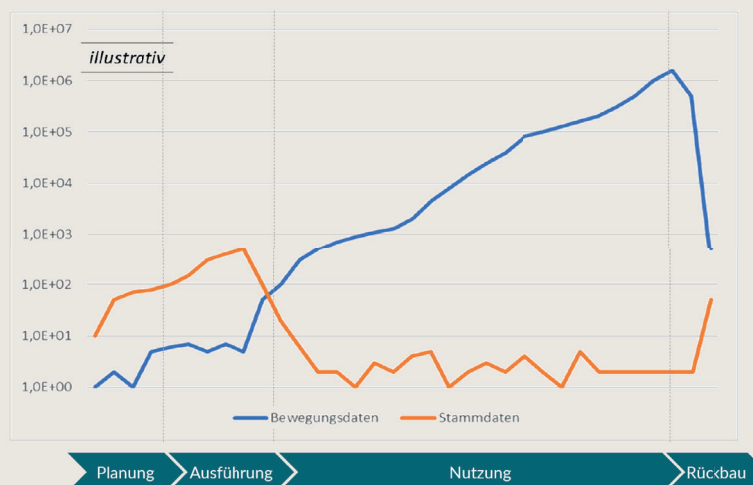
Digitalisierungsprozess zur Erfassung relevanter Daten für Planung, Ausführung, Betrieb und Rückbau



liefern Kennzahlen über Betrieb und Nutzung des Gebäudes. Diese Daten sind sehr dynamisch, da in regelmäßigen Abständen Messungen getätigt und Daten erfasst werden. Bewegungsdaten sind erst im Zusammenspiel mit Stammdaten interessant und relevant, da Veränderungen eines Gebäudes oder Unterschiede verschiedener Bauarten damit erst sichtbar gemacht werden.

Illustrativ zeigt folgende Abbildung, wie sich die Datenmenge im Bereich der Stammdaten und Bewegungsdaten im Laufe des Gebäudelebenszyklus verändert und in welchem Abschnitt diese vorwiegend generiert werden. Zu beachten ist, dass es sich um eine logarithmische Skala handelt und sich die Datenmengen zwischen Stamm- und Bewegungsdaten daher um einige Zehnerpotenzen unterscheiden.

Datenmenge im Laufe des Gebäudelebenszyklus für Stammdaten und Bewegungsdaten



Unabhängig von den Unterschieden hinsichtlich der Menge von Stamm- und Bewegungsdaten ist es nochmals darauf hinzuweisen, dass die Datenerfassung auch auf der Baustelle über digitale Schnittstellen abzubilden ist, da sonst erheblicher Mehraufwand durch Doppelarbeit entsteht.

Die Realisierung der digitalen Datenaufnahme und des Datenaustausch ist in der ISO 29481-1 – Bauwerksinformationsmodelle – Handbuch der Informationslieferungen, geregelt.

Überlegungen zu einzelnen Bereichen

Produktherstellung

Bereits vor Inverkehrbringung von Produkten werden eine Vielzahl von Prüfungen und Aufzeichnungen geführt. Diese enthalten Informationen, welche Aufschluss über Materialzusammensetzung geben. Diese sind somit sowohl für die ökologische Qualität des Bauwerks als auch zu einem späteren Zeitpunkt für den Rückbau relevant. Beispiele dafür sind Abfallcodes, stoffliche Zusammensetzung oder genormte Herstellungsverfahren. Durch zielgerichteten und überlegten Einsatz bereits vorhandener Informationen kann ein erheblicher Beitrag zur Steigerung der ökologischen Bauwerksqualität, der Recyclingrate und zur Reduktion des organisatorischen Aufwands im Rückbau erreicht werden.

Planung

Die International Organization for Standardization (ISO) entwickelt zum heutigen Zeitpunkt eine neue Norm, welche die Einbindung von Umweltproduktdeklarationen (Environmental Product Declarations i.d.F. EPDs) auf Baustellenebene ermöglichen und vereinheitlichen soll (ISO 22057, Aktivierung der Verwendung von EPDs auf Baustellenebene mit Hilfe von BIM).

Die EPDs enthalten eine Vielzahl von Informationen, geben jedoch mehr Auskunft über die herstellende Organisation bzw die Produktionspraxis als über das Produkt an sich (vgl dazu Kapitel Ökobilanzen und Umweltproduktdeklarationen (EPD)).

Bausteine

zur BIM-Integration abfallrelevanter Daten

Abfallcode gemäß ÖNORM B2100

Prüfzertifikate

Stoffliche Zusammensetzung der Produkte

Ggf. relevante Informationen hinsichtlich der Recycling-Baustoff-Verordnung

Welchen Verwertungs- und Beseitigungsverfahren müssen die Produkte zugeführt werden

Um durch BIM für die Abfallwirtschaft und Gebäudezertifizierung Mehrwert zu generieren, sollten neben den EPDs folgende Informationen unbedingt eingefordert werden. Diese sind als weitere Bausteine für die Datenintegration abfallrelevanter Informationen in BIM zu sehen. Obige Abbildung gibt einen Überblick zu diesen Bausteinen.

Eine exakte Kenntnis der Volumina und örtlichen Auffindbarkeit verschiedener, eingesetzter Stoffe bedeutet hohen Mehrwert. Es werden operative Abläufe erleichtert und beschleunigt, wodurch Kosten eingespart werden. Zusätzlich wird für große Organisationen und Behörde die Planbarkeit erleichtert, da die Datenmenge und -qualität mit jedem neuen Gebäude gesteigert wird.

Aushub

Die im Zuge des Aushubs anfallenden Abfälle müssen entsprechend den Vorgaben der Deponieverordnung (DVO) beprobt werden. Dies dient der Sicherstellung, dass nicht kontaminierte Materialien auf Deponien zum Einsatz gelangen, die nicht ausreichend abgesichert sind. Insbesondere ist hier auf die allenfalls unzureichende Basisdichtung zu verweisen.

Die dafür zu erstellenden Gutachten und Analysen können aber für einen allfälligen späteren Ausbau verwendet werden. Die Hinterlegung der Untergrunddaten könnte daher im Fall einer Erweiterung bestehender Gebäude(komplexe) zu deutlichen Erleichterungen führen.

So wäre es etwa vorteilhaft, dass die Ausnahme von der grundlegenden Charakterisierung für Bodenaushubmaterial gemäß § 13 Abs 1 Z 3 DVO auf Aushubmaterialien für Erweiterungen von Gebäude(komplexen) ausgedehnt wird, bei denen entsprechende Voruntersuchungen vorliegen und diese im BIM-Modell hinterlegt sind.

Einsatz von Abfällen beim Bau

Im Zuge von Bauarbeiten werden (neben den eigentlichen Bauprodukten) insbesondere aufbereitete Baurestmassen zum Einsatz gelangen. Die Herstellung von Produkten aus Baurestmassen sowie deren fachgerechte Aufbereitung sind in der Recyclingbaustoffverordnung (RBV) normiert.

Gesetzliche Regelungen für den Einsatz dieser Stoffe beim Bau stellen sicher, dass es zu keinen ungewollten Umweltbeeinträchtigungen kommt. Selbstverständlich müssen im Hinblick auf einen späteren Rückbau die Daten der eingesetzten Materialien im BIM-Modell eingepflegt werden. Verbesserungen können hier aus rechtlicher Sicht nicht erzielt werden.

Errichtung von Gebäuden

Die Errichtung von Gebäuden unterliegt – sofern keine Abfälle verwendet werden – keinen abfallwirtschaftsrechtlichen Normen. Gerade diese Phase ist aber von großer Bedeutung, um die angestrebten Ziele eines höchstmöglichen Recyclings zu erfüllen.

Entsprechende Vorgaben sind dabei der RBV zu entnehmen. Ziel dieser Verordnung ist insbesondere die Vorbereitung zur Wiederverwendung von Bauteilen und die Sicherstellung einer hohen Qualität von Recycling-Baustoffen. Die Verordnung enthält neben Vorgaben zur Herstellung und der Verwendung von Recycling-Baustoffen (§§ 7–13, Anhänge 1–5 RBV) Pflichten bei Bau- und Abbruchtätigkeiten. Diese werden im Folgenden näher dargestellt.

Vor dem Abbruch eines Bauwerks, bei dem insgesamt mehr als 750 t Bau- oder Abfälle anfallen (ausgenommen Bodenaushubmaterial), ist eine Schad- und Störstofferkundung durch eine rückbaukundige Person durchzuführen. Fachliche Vorgaben finden sich in der ÖNORM B 3151.

Diese Schad- und Störstofferkundung kann durch Anwendung von BIM deutlich erleichtert werden. Weiß der Abbruchunternehmer, welche Materialien wo verbaut wurden, ist ein zielgerichteter Abbruch möglich. Gerade ältere Bauten zeigen, dass oft gefährliche Abfälle (etwa Asbest) in Gebäuden vorhanden sind, ohne dass dies den Abbruchunternehmen oder dem/der Eigentümer/in vorab bekannt war. Die Entsorgung derartiger Abfälle ist mit deutlich höheren Kosten verbunden, eine Verwertung ist nicht möglich.

Ist aber das Vorhandensein von Schad- und Störstoffen durch BIM bekannt und kann zudem vorab bereits beurteilt werden, wo sich derartige Schad- und Störstoffe im Gebäude befinden bzw in welchem Umfang, können diese vorab zielgerecht entfernt werden. Dies gewährleistet eine hohe Sortenreinheit bereits beim Abbruch. Damit wird die Verwertbarkeit der Abbruchabfälle deutlich erhöht, die Kosten der Aufbereitung reduziert und damit das Recycling deutlich attraktiver gestaltet.

Der Rückbau selbst hat sodann entsprechend der ÖNORM B 3151 zu erfolgen. Dabei ist sicherzustellen, dass Bauteile, die nach Vorbereitung zur Wiederverwendung zugeführt werden und die von Dritten nachgefragt werden, so ausgebaut und übergeben werden, dass die nachfolgende Wiederverwendung nicht erschwert oder unmöglich gemacht wird.

Schad- und Störstoffe, die ein Recycling erschweren, sind zu entfernen. Der Ausbau von wiederverwendbaren Bauteilen und das Entfernen von Schad- und Störstoff haben vor einem allfälligen maschinellen Rückbau zu erfolgen.

Diese Regelung des § 5 RBV zeigt deutlich die Vorteile vom BIM auf. Wenn bereits im Zuge der Planung sichergestellt wird, dass wiederverwendbare Bauteile verwendet werden und bekannt ist, wo diese eingebaut sind und

wie diese ausgebaut werden können, wird der Rückbau dadurch erleichtert und kann den Vorgaben des § 5 RBV besser entsprechen werden.

§ 6 RBV normiert sodann eine Trennpflicht der beim Abbau anfallenden Abfälle. Zwingend ist neben einer Trennung von gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen eine Trennung vor Ort nach Bodenaushubmaterial, mineralischen Abfällen, Ausbauasphalt, Holzabfällen, Metallabfällen, Kunststoffabfällen und Siedlungsabfällen.

In Anbetracht dieser Regelungen würde sich für Gebäude, die mit einem BIM-Modell errichtet wurden, eine Erleichterung von den Vorgaben der RBV anbieten. Es wäre anzudenken, für derartige Gebäude von der Verpflichtung zur Schad- und Störstofferkundung abzusehen, weil die eingebauten Schad- und Störstoffe sowie deren Verortung im Bauwerk ohnehin hinreichend bekannt sind. Dieser Vorschlag würde auch unionsrechtlichen Vorgaben nicht widersprechen und könnte daher unmittelbar umgesetzt werden.

Entsorgung von Baurestmassen

Denkbar wäre es auch, das BIM-Modell dazu zu nutzen, um die anfallenden Abfälle ohne nähere Beprobung unmittelbar deponieren zu können. Diesem Ansinnen ste-

hen allerdings die zwingenden Vorgaben der Deponieverordnung entgegen. Vor allem in Kenntnis des Umstandes, dass gerade Fälle aus jüngster Vergangenheit (etwa auf der Deponie Ohlsdorf in Oberösterreich) gezeigt haben, dass unverändert im Bereich der Abfallwirtschaft Missbrauch betrieben wird, erscheint eine sorgfältige Überprüfung und Dokumentation von Abfällen im Zuge der Deponierung für erforderlich.

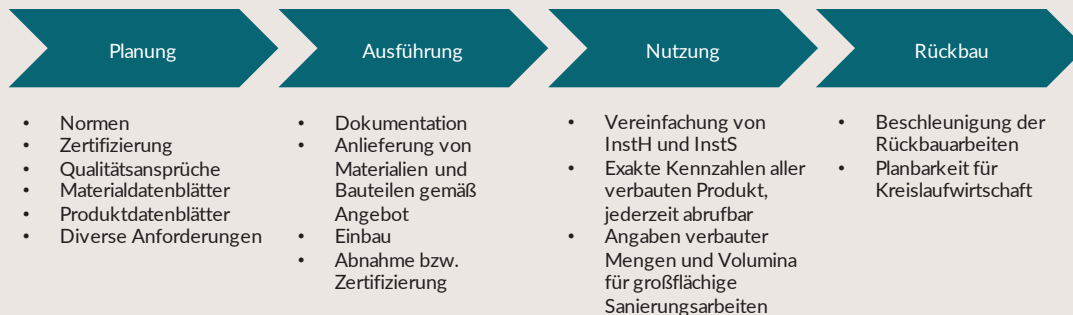
Dessen ungeachtet könnte aber auch durch entsprechende Bestätigungen unter Verantwortung des Bestätigenden die Sicherheit erzielt werden, dass die Materialien tatsächlich von einem Abbruch eines BIM-Gebäudes stammen. Damit würden die Entsorgungskosten derartiger Materialien deutlich reduziert. Daher sollten Abfälle, die vom Abbruch eines BIM-Gebäudes stammen vor dem Einbau in den Deponiekörper nicht mehr gesondert untersucht werden müssen.

Aufgrund der Ermöglichung einer hohen Recyclingquote durch Einsatz des BIM-Modells wäre es zudem sachgerecht, für die Ablagerung der nicht verwertbaren Abbruchabfälle eines BIM-Gebäudes eine Ausnahme von der Beitragspflicht nach dem Altlastensanierungsgesetz (ALSAG) vorzusehen.

| | | Vorteile durch BIM für die Abfallwirtschaft und die Zertifizierung | | |
|------------------|----------------|--|---|---|
| | | Small Scale | Big Scale | |
| Abfallwirtschaft | Small Scale | <ul style="list-style-type: none"> • Rascherer Rückbau • Erleichterung der Stör- und Schadstofferkundung • Wissen über kurz- und mittelfristig benötigte Kapazitäten verschiedener Abfallbehandlungsarten | Big Scale | <ul style="list-style-type: none"> • Überregionale Planung zukünftiger Kapazitäten • Weiterer Kontrollpunkt hinsichtlich der Abfallnachweisverordnung • Kenntnisse über die Rohstoffverfügbarkeit für die Wiederverwendung und Aufbereitung bzw. stoffliche Verwertung |
| | Zertifizierung | <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung des Entsorgungsindex für die Zertifizierung • Ökoindex OI3 – ökologischer Herstellungsaufwand • Prüfcertifikate | <ul style="list-style-type: none"> • Digitale und einheitliche Aufbereitung • Verkürzung von Zertifizierungsverfahren durch eine Vielzahl digital erfasster Vergleichswerte | |

Vorteile exakter Dokumentation

entsprechend einzelner Lebenszyklusphasen



Abfallwirtschaft und Zertifizierung

Die Abbildung „Vorteile durch BIM“ fasst zusammen, welche Potenziale BIM mittels Datenerfassung und Datenverfügbarkeit im Bereich der Abfallwirtschaft aber auch der Zertifizierung bieten kann. Diese Vorteile gelten in gleicher Weise auch für den Einsatz von Cradle to Cradle®- oder Material Health-zertifizierten Produkten.

Findet eine erweiterte Datenerfassung bereits in der Planungsphase statt, kann der Einsatz der angegebenen Materialien während der Bauphase kontrolliert und dokumentiert werden. Auch während der Nutzung des Gebäudes kann von Erleichterungen, unter anderem bei Instandhaltungs- und Instandsetzungsarbeiten profitiert werden. Obige Abbildung stellt den Nutzen exakter Dokumentation im Verlauf des Gebäudelebenszyklus dar.

10.6 Umsetzungen im Projekt

Beim vorliegenden Projekt des Bio-Instituts Raumberg-Gumpenstein wurde vom Auftraggeber die Zertifizierung nach »klimaaktiv« festgelegt. In diesem Verfahren fließt der Entsorgungsindikator bei der Bewertung mit ein. Der Entsorgungsindikator stellt ein mit Entsorgungs- und Recyclingeigenschaften gewichtetes Volumen aller betrachteten Bauteilkonstruktionen und -schichten dar, die im Gesamtlebenszyklus des Gebäudes anfallen.

Berechnung von Entsorgungseigenschaften

Die Berechnung der Entsorgungseigenschaften einer Bauteilkonstruktion bzw eines Gesamtgebäudes erfolgt in folgenden Einzelschritten:

1. Berechnung des anfallenden Volumens eines Baustoffes pro Bauteilabschnitt bzw pro Konstruktion
2. Berücksichtigung der Nutzungsdauern der Bauteilschichten/Baukonstruktionen innerhalb eines definierten Gesamtlebenszyklus des Gebäudes (in der Regel 100 Jahre)
3. Gewichtung des im gesamten Lebenszyklus anfallenden Volumens mit der Entsorgungseinstufung der Baustoffe
4. Gewichtung des im gesamten Lebenszyklus anfallenden Volumens mit dem Verwertungspotenzial der Baustoffe
5. Berechnung der Entsorgungskennzahl der Konstruktion/en EI Kon

11

Literatur-, Normen- und Quellenverzeichnis

Amt der Oö. Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Umweltschutz (2020): „Nachhaltige Nutzung von Baurestmassen“. url: <https://www.landoberoesterreich.gv.at/140612.htm> (Zugriff am 12.07.2021).

Berger, W. / S. Zleptnig (2015): „Europäisches Vergaberecht“. In: Heid Schiefer Rechtsanwältin & Preslmayr Rechtsanwältin (Hrsg.): „Handbuch Vergaberecht – Neu bearbeitet und erweitert unter Berücksichtigung der Novelle 2015“. 4. Auflage. Wien: LexisNexis ARD ORAC, S. 1–23.

BME Baumanagement ZT GmbH (2020a): „Bericht Vergleich Punktwolke mit Modell 1 – September–Oktober 2020“. Bericht.

BME Baumanagement ZT GmbH (2020b): „Bericht Vergleich Punktwolke mit Modell 2 inkl. Schnitte – Oktober 2020“. Bericht.

BME Baumanagement ZT GmbH (2020c): „Bericht Vergleich Punktwolke mit Modell 3 – Oktober 2020“. Bericht.

BMK: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021): „Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich – Statusbericht 2021“. Bericht.

Bodden, J. (2016): „Haftung beim BIM-Einsatz“. In: Eschenbruch, K. / S. Leupertz (Hrsg.): „BIM und Recht“. Köln: Werner Verlag, S. 164–191.

Bornett, W. (2016): „Potenzialanalyse Bauwirtschaft, Bauforschung 2020, Studie zum branchenspezifischen Forschungsbedarf“. Wien: KMU Forschung Austria.

Borrmann, A. / M. König / C. Koch / J. Beetz (2015): „Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis“. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Brauneis, A. (2018): „Haftungs- und Gewährleistungsrecht bei BIM-Verträgen“. In: Plattform 4.0 (Hrsg.): „BIM in der Praxis – Digitalisierung und Recht“. Schrift 13. url: <https://www.oia.at/plattform-4-0/schriften/> (Zugriff am 19. 07. 2021).

buildingSMART Austria (2019a): „Auftraggeberinformationsanforderungen (AIA) für Neubau Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein“. Richtlinie. Revision 1.1.

buildingSMART Austria: (2019b): „BIM Leistungsbilder für Hoch- und Tiefbau“. Richtlinie. Version 24.07.2019.

buildingSMART Austria (2020): „BIM Projektentwicklungsplan (BAP) für Neubau Bio-Institut der HBLFA Raumberg-Gumpenstein“. Richtlinie. Revision 3.0.

Bundeskammer der ZiviltechnikerInnen (2014): „Leistungsmodelle 2014“. url: https://www.arching.at/mitglieder/552/leistungsmodelle_2014.html (Zugriff am 19.07.2021).

BMDW: Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (2019): „Digitales Österreich“. url: <https://www.digitales.oesterreich.gv.at> (Zugriff am 10.04.2020).

Bundesregierung Deutschland (2019): „Umsetzungsstrategie Digitalisierung“. url: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digital-made-in-de> (Zugriff am 10.04.2020).

COM(2020) 98: Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft. Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Brüssel, den 11.3.2020

Cradle to Cradle Products Innovation Institute (2021): "Get A Material Health Certificate". url: <https://www.c2ccertified.org/material-health-certificate> (Zugriff am 19.07.2021).

DIN EN 235:2020-08: *Wandbekleidungen – Begriffe und Symbole; Deutsche Fassung EN 235:2020*. Berlin: Beuth Verlag, August 2020.

DIN EN 779:2012-10: *Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik – Bestimmung der Filterleistung; Deutsche Fassung EN 779:2012*. Berlin: Beuth Verlag, August 2020.

DIN EN 13363-1:2007-09: *Sonnenschutzeinrichtungen in Kombination mit Verglasungen – Berechnung der Solarstrahlung und des Lichttransmissionsgrades – Teil 1: Vereinfachtes Verfahren; Deutsche Fassung EN 13363-1:2003+A1:2007*. Berlin: Beuth Verlag, September 2007.

DIN EN 15251:2012-12: *Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik; Deutsche Fassung EN 15251:2007*. Berlin: Beuth Verlag, Dezember 2012.

DIN EN ISO 13790:2008-09: *Energieeffizienz von Gebäuden – Berechnung des Energiebedarfs für Heizung und Kühlung (ISO 13790:2008); Deutsche Fassung EN ISO 13790:2008*. Berlin: Beuth Verlag, September 2008.

Egger, M. / K. Hausknecht / T. Liebich / J. Przybylo (2013): „BIM-Leitfaden für Deutschland“. Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung.

Eisenmenger, N. / A. Schaffartzik / F. Krausmann / E. Milota (2011): „Ressourcennutzung in Österreich – Bericht 2011“. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft & Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend.

Elixmann, R. (2016): „BIM-Koordination“. In: Eschenbruch, K. / S. Leupertz (Hrsg.): „BIM und Recht“. Köln: Werner Verlag, S. 96–120.

Europäische Union (2008): „Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien“. url: <https://eurlex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0098&from=DE> (Zugriff am 19.07.2021).

Fiedler, N. (2015): „Modernisierungsszenarien des Baubewilligungsverfahrens unter Berücksichtigung neuer technologischer Hilfsmittel“. Dissertation, TU Wien.

Figl, H. / K. Battisti / M. Ilg (2019a): *6D BIM-Terminal – Missing Link for the design of CO2-neutral buildings*. Vortrag im Rahmen der SBE Graz am 12.09.2019

Figl, H. / C. Thurner / F. Dolezal / P. Schneider-Marín / I. Nemeth (2019b): *A new Evaluation Method for the End-of-life Phase of Buildings*. SBE19 Brussels BAMB-CIRCPATH Conference, Feb. 2019. IOP Conference Series Earth and Environmental Science 225:012024; DOI: [iopscience.iop.org/issue/1755-1315/225/1](https://doi.org/10.1088/1755-1315/225/1)

Figl, H. / C. Thurner / R. Kellner / I. Nemeth / P. Schneider (2020a): *Sekundärbaustoff-Kreisläufe im BNB als Beitrag zum ressourceneffizienten Bauen*. Auftraggeber: Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), Bonn/Berlin. Forschungsprogramm: Zukunft Bau: SWD 10.08.17.7–18.18. Endbericht, April 2020

Figl, H. / A. Krenauer / M. Ilg / K. Battisti / Ch. Sutter / Ch. Doczekal / D. Venus (2020b): *6D BIM-Terminal: Missing Link für die Planung CO2-neutraler Gebäude*. Stadt der Zukunft, 4. Ausschreibung. FFG-Projekt 881672. Endbericht, April 2020

Figl, H. (2020c): „*Contaminants & Pollutants in the Circular Economy*“. Vortrag im Rahmen der natureplus European Event Series „Healthy Buildings, Healthy People“ am 29. Oktober 2020

Fischer, S. (2021): „*Analyse der Prozesse und Zusammenarbeit bei Umsetzung der openBIM-Methode in der Baupraxis auf Basis eines Pilotprojekts*“. Diplomarbeit, TU Wien.

Hausknecht, K. / T. Liebich (2015): „*BIM-Kompodium – Building Information Modeling als neue Planungsmethode*“. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Heid, S. / D. Deutschmann (2017): „*Vergaberechtliche Umsetzung von BIM-Projekten im BVerG 2017*“. In: Gary G. (Hrsg.): „*BIM: Digitale Revolution und ihre Grenzen*“. Edition Immobilienwirtschaft. Wien: Linde Verlag, S. 33–59.

Hömme, G. (2016): „*Datenhoheit, Datenschutz, Vertraulichkeiten und Urheberrechte*“. In: Eschenbruch, K. / S. Leupertz (Hrsg.): „*BIM und Recht*“. Köln: Werner Verlag, S. 192–215.

Huemer-Kals, V. et al. (2021): *BIMpeco – Umweltrelevante Produktdaten in kollaborativen BIM-Umgebungen*. Gefördert durch BMVIT / FFG – Stadt der Zukunft. Fördernehmer: IBO, ib-data, A-NULL, Güssing Energy Technology GmbH, AEE INTEC. Unveröffentlichter Zwischenbericht, Stand 31.07.2021. url: <https://www.ibo.at/en/research/reference-projects/data/bimpeco>

ISO 14024:2018: *Environmental labels and declarations – Type I environmental labelling – Principles and procedures*. Genf: International Organization for Standardization, Februar 2018.

ISO 14025:2006: *Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations – Principles and procedures*. Genf: International Organization for Standardization, Juli 2006.

ISO 29841-1:2016: *Building information models – Information delivery manual – Part 1: Methodology and format*. Genf: International Organization for Standardization, Mai 2016.

ISO/DIS 22057: *Sustainability in buildings and civil engineering works – Data templates for the use of EPDs for construction products in BIM*. Genf: International Organization for Standardization.

Karasek, G. (2016): „*ÖNORM B 2110 – Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm*“. 3. Auflage. Wien: Manz Verlag.

Klein, M. (2019): „*Was ist das elektronische Baugenehmigungsverfahren*“. url: <https://www.egovernment-computing.de/was-ist-das-elektronischebaugenehmigungsverfahren-a-846723/> (Zugriff am 28.03.2020).

Krischmann, T. / H. Urban / C. Schranz (2020): „*Entwicklung eines openBIM-Bewilligungsverfahrens*“. In: Bauingenieur 95, Heft 9, S. 335–344.

Kruse, W. / F. Högerebe (2019): „*Jahrbuch Deutschland Digital 2020 – E-Government und Modernisierung in Bund, Ländern und Kommunen*“. Berlin: ProPress Verlagsgesellschaft mbH.

Land Steiermark (2020): „*Der steirische Baurestmassen-Leitfaden – Aktualisierung und Erweiterung 2020*“. url: <https://www.abfallwirtschaft.steiermark.at/cms/ziel/04374056/DE> (Zugriff am 21.07.2021)

Lechner, H. / D. Heck (2014): „Leistungsmodell Objektplanung – Architektur [LM.OA]“. url: <https://www.pmttools.eu/download/verlag/lmvm2014/objektplanung.pdf> (Zugriff am 19.07.2021).

Lechner, H. / D. Heck (2017): „LM.VM. Objektplanung Architektur [OA.BIM]“. 2. Auflage. url: https://www.pmttools.eu/download/verlag/lmvm2014/objektplanung_bim_2017.pdf (Zugriff am 19.07.2021).

Marboe, P.J. / T. Anderl (2015): „BIM-Grundlagen im Vergabe- und Werkvertragsrecht“. In: bauaktuell 6, Heft 2, S. 40–45.

Marboe, P.J. / D. König (2018): „BIM und Vergaberecht“. In: Plattform 4.0 (Hrsg.): „BIM in der Praxis – Digitalisierung und Recht“. Schrift 13. url: <https://www.oiaav.at/plattform-4-0/schriften/> (Zugriff am 19. 07. 2021).

Mötzl, H. / C. Pladerer et al. (2009): „Maßzahlen für die Entsorgungseigenschaften von Gebäuden und Konstruktionen für die Lebenszyklusbewertung“. Schriftenreihe 28/2010. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. url: https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/hdz_pdf/1028_abc_disposal.pdf?m=1469659280& (Zugriff am 12.07.2021).

Neuwerth, T. (2018): „Urheberrecht“. In: Plattform 4.0 (Hrsg.): „BIM in der Praxis – Digitalisierung und Recht“. Schrift 13. url: <https://www.oiaav.at/plattform-4-0/schriften/> (Zugriff am 19. 07. 2021).

ÖNORM A 2063-2:2021 03 15: Austausch von Daten in elektronischer Form für die Phasen Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) – Teil 2: Berücksichtigung der Planungsmethode Building Information Modeling (BIM) Level 3. Wien: Austrian Standards, März 2021.

ÖNORM A 6241-2:2015 07 01: Digitale Bauwerksdokumentation – Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM. Wien: Austrian Standards, Juli 2015.

ÖNORM A 7010-6:2019 01 01: Objektbewirtschaftung – Datenstrukturen – Teil 6: Anforderung an Daten aus Building Information Modeling (BIM)-Modellen über den Lebenszyklus. Wien: Austrian Standards, Jänner 2019.

ÖNORM B 1800:2013 08 01: Ermittlung von Flächen und Rauminhalten von Bauwerken und zugehörigen Außenanlagen. Wien: Austrian Standards, August 2013.

ÖNORM B 3151:2014 12 01: Rückbau von Bauwerken als Standardabbruchmethode. Wien: Austrian Standards, Dezember 2014.

ÖNORM B 8110-6-1:2019 01 15: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 6-1: Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf. Wien: Austrian Standards, Jänner 2019.

ÖNORM B 8110-7:2013 03 15: Wärmeschutz im Hochbau – Teil 7: Tabellierte wärmeschutztechnische Bemessungswerte. Wien: Austrian Standards, März 2013.

ÖNORM EN 410:2011 04 15: Glas im Bauwesen – Bestimmung der lichtechnischen und strahlungsphysikalischen Kenngrößen von Verglasungen. Wien: Austrian Standards, April 2011.

ÖNORM EN 673:2011 03 15: Glas im Bauwesen – Bestimmung des U-Werts (Wärmedurchgangskoeffizient) – Berechnungsverfahren. Wien: Austrian Standards, März 2011

ÖNORM EN 15316-4-5:2017 12 01: Energetische Bewertung von Gebäuden – Verfahren zur Berechnung der Energieanforderungen und Nutzungsgrade der Anlagen – Teil 4-5: Fernwärme und Fernkälte, Modul M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5. Wien: Austrian Standards, Dezember 2017.

ÖNORM EN 15804:2020 02 15: *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltproduktdeklarationen – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte*. Wien: Austrian Standards, Februar 2020.

ÖNORM EN 15978:2012 10 01 *Nachhaltigkeit von Bauwerken – Bewertung der umweltbezogenen Qualität von Gebäuden – Berechnungsmethoden*. Wien: Austrian Standards, Oktober 2012.

ÖNORM EN 16310:2013 04 01: *Ingenieurdienstleistungen – Terminologie zur Beschreibung von Ingenieurdienstleistungen für Gebäude, Infrastruktur und Industrieanlagen*. Wien: Austrian Standards, April 2013.

ÖNORM EN 16485: 2014 05 01 *Rund- und Schnittholz – Umweltproduktdeklarationen - Produktkategorieregeln für Holz und Holzwerkstoffe im Bauwesen*. Wien: Austrian Standards, Mai 2014.

ÖNORM EN ISO 7730:2006 05 01: *Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der thermischen Behaglichkeit durch Berechnung des PMV- und des PPD-Indexes und Kriterien der lokalen thermischen Behaglichkeit (ISO 7730:2005)*. Wien: Austrian Standards, Mai 2006.

ÖNORM EN ISO 14040:2021 03 01 *Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (ISO 14040:2006 + Amd 1:2020) (konsolidierte Fassung)*. Wien: Austrian Standards, März 2021.

ÖNORM EN ISO 16739-1:2020 11 01: *Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauwirtschaft und im Anlagenmanagement – Teil 1: Datenschema (ISO 16739-1:2018)*. Wien: Austrian Standards, November 2020.

ÖNORM EN ISO 19650-1:2019 04 15: *Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM – Teil 1: Konzepte und Grundsätze (ISO 19650-1:2018)*. Wien: Austrian Standards, April 2019.

ÖNORM EN ISO 19650-2:2019 04 15: *Organisation von Daten zu Bauwerken – Informationsmanagement mit BIM – Teil 2: Lieferphase der Assets (ISO 19650-2:2018)*. Wien: Austrian Standards, April 2019.

ÖNORM EN ISO 22057 :2021 02 15 *Sustainability in buildings and civil engineering works – Data templates for the use of EPDs for construction products in BIM (ISO/DIS 22057:2021)*. Wien: Austrian Standards, Februar 2021.

ÖNORM EN ISO 23387:2020 11 15 *Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) – Datenvorlagen für Bauobjekte während des Lebenszyklus eines baulichen Vermögensgegenstandes – Konzepte und Grundsätze (ISO 23387:2020)*. Wien: Austrian Standards, November 2020.

ÖNORM H 5059-1:2019 01 15: *Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden – Teil 1: Beleuchtungsenergiebedarf (Nationale Ergänzung zu ÖNORM EN 15193) – Schnellverfahren für die Berechnung*. Wien: Austrian Standards, Jänner 2019.

Plattform 4.0 (2018a): „*BIM in der Praxis – Auftraggeber-Informationen-Anforderungen*“. Schrift 12. url: <https://www.oia.at/plattform-4-0/schriften/> (Zugriff am 19.07.2021).

Plattform 4.0 (2018b): „*Roadmap Digitalisierung*“. url: <https://www.oia.at/plattform-4-0/schriften/> (Zugriff am 19. 07. 2021).

Rechnungshof Österreich (2018): „*Management von öffentlichen Bauprojekten – Verbesserungsvorschläge des Rechnungshofes*“. Wien.

SIA 2024:2015 10 01: *Raumnutzungsdaten für Energie- und Gebäudetechnik*. Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Oktober 2015.

Stadt Wien (2020a): „Digitalisierung in Wien – Der Mensch im Mittelpunkt“. url: <https://digitales.wien.gv.at/site/> (Zugriff am 28.03.2020).

Stadt Wien (2020b): „Digitalisierung in Wien – Portal Baueinreichung“. url: <https://mein.wien.gv.at/Meine-Amtswege/Baueinreichung> (Zugriff am 28.10.2020).

Stadt Wien (2020c): „Digitalisierung in Wien – BRISE-Vienna“. url: <https://digitales.wien.gv.at/site/projekt/brisevienna/> (Zugriff am 28.10.2020).

United Nations Development Programme (2021): „What are the Sustainable Development Goals?“. url: https://www.undp.org/sustainable-developmentgoals?utm_source=EN&utm_medium=GSR&utm_content=US_UNDP_PaidSearch_Brand_English&utm_campaign=CENTRAL&c_src=CENTRAL&c_src2=GSR&gclid=EAlalQobChMIbCb1Yfi8QIVyN-myCh3chgXzEAAYAiAAEgKTw_D_BwE (Zugriff am 19.07.2021).

WKO: Wirtschaftskammer Österreich (2021): „Gesetze, Verordnungen und EU-Vorgaben zum Thema Abfall“. url: https://www.wko.at/service/umwelt-energie/Gesetze__Verordnungen_und_EUVorgaben.html (Zugriff am 19.07.2021).

Projektpartner/innen:



caFM engineering GmbH
Grünbergstraße 15, 1120 Wien
www.cafm-engineering.at



Bauunternehmung Granit GmbH
Feldgasse 14, 8020 Graz
www.granit-bau.at



Pilz & Partner Ziviltechniker GmbH
Standorte Wien, Graz und Bad Aussee
www.pp-zt.at



tgaplan+ gebäudetechnik gmbh
Standorte Wien, Grein und Linz
www.tgaplan.at



Generalplanung,
BIM 3D-Animationen, ÖBA,
BME Baumanagement ZT GmbH
Invalidenstraße 3/15, 1030 Wien
www.bme.at

