

Quantitative determination in construction services according to LB-HB and work contract standards with Industry Foundation Classes (IFC)

Submitted in satisfaction of the requirements for the degree of
Diplom-Ingenieur
of the TU Wien, Faculty of Civil Engineering

DIPLOMARBEIT

Mengenermittlung von Bauleistungen nach LB-HB und Werkvertragsnormen anhand Industry Foundation Classes (IFC)

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs
eingereicht an der Technischen Universität Wien, Fakultät für Bauingenieurwesen

von

Stephan SCHUSTEREDER, BSc

Matr.Nr.: 01125983

unter der Anleitung von

Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerald GÖGER**

Univ.Ass. Dipl.-Ing.in **Melanie PISKERNIK, BSc**

Proj.Ass. Dipl.-Ing. **Harald URBAN, BSc**

Institut für Interdisziplinäres Bauprozessmanagement
Forschungsbereich Baubetrieb und Bauverfahrenstechnik
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/234, A-1040 Wien

Wien, im März 2020



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

KURZFASSUNG

Schlagwörter: Building Information Modeling (BIM); Industry Foundation Classes (IFC); Mengenermittlung; Autodesk Revit; RIB iTWO; Werkvertragsnormen (ÖNORM B 22xx);

Mit Building Information Modeling (BIM) soll die Abwicklung von Bauprojekten durch die Nutzung eines durchgängigen digitalen Gebäudemodells effizienter, die Kosten- und Terminalsicherheit erhöht und die Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten verbessert werden. Die derzeit größte Herausforderung ist die softwareunabhängige Übermittlung der Bauwerksinformationen, die aufgrund der Nutzung von unterschiedlichen Softwarelösungen notwendig ist. Dafür entwickelte die Non-Profit-Organisation buildingSMART das Datenformat IFC (Industry Foundation Classes), das eine softwareunabhängige Zusammenarbeit realisieren soll. IFC wird von buildingSMART stetig verbessert, dennoch treten aktuell noch erhebliche Probleme bei der Datenübertragung auf. Im Zuge des Exports eines Modells als IFC-Datei gehen oftmals Informationen verloren, die für eine weitere Verarbeitung benötigt werden.

Diese Arbeit beschäftigt sich mit genau dieser Problemstellung mit dem Fokus auf die Mengenermittlung von Bauleistungen und soll derzeit auftretende Lücken in der Informationsübertragung aufzeigen. Hierfür wird in Autodesk Revit ein Gebäude modelliert und anschließend im IFC-Datenformat der Version 2x3 exportiert. Diese Datei wird für die Mengenermittlungen in die Software RIB iTWO importiert. In diesem Programm erfolgt die Mengenermittlung für ausgewählte Positionen aus der standardisierten Leistungsbeschreibung Hochbau mit Hilfe von QTO-Formeln (QTO = Quantity Take Off) unter der Verwendung von Auswahlgruppen und der manuellen Bemusterung von Bauteilen. Dabei soll festgestellt werden, welche Bauwerksinformationen für die Mengenermittlung notwendig sind und welche davon nach dem Export und Import der IFC-Datei in RIB iTWO zur Verfügung stehen. Des Weiteren werden die QTO-Formeln mit den übermittelten Beschreibungen und Merkmalen nach den Vorgaben der standardisierten Leistungsbeschreibung Hochbau spezifiziert, um möglichst allgemein gültige Formeln für die verschiedenen Bauteile zu erzeugen.

Die Mengenermittlung erfolgt einerseits mit den Werten gemäß der Nettomengenermittlung, andererseits mit den berechneten Mengen entsprechend der Abrechnungsregeln der für die verschiedenen Positionen maßgeblichen Werkvertragsnormen (ÖNORM B 22xx). Abschließend werden jeweils die berechneten Mengen der einzelnen Positionen gegenübergestellt und eventuell auftretende Abweichungen aufgezeigt.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

ABSTRACT

Keywords: Building Information Modeling (BIM); Industry Foundation Classes (IFC); Quantitative determination; Autodesk Revit; RIB iTWO; Work contract standards (ÖNORM B 22xx)

Building Information Modeling (BIM) helps to increase cost and schedule security through the continuous use of a digital building model. It improves communication between project participants and efficiency in construction projects. The biggest challenge that needs to be overcome at present is the software-independent transmission of building information, which is necessary due to the use of different software solutions. For this purpose, the non-profit organization buildingSMART developed the data format IFC (Industry Foundation Classes), which is intended to realize software-independent collaboration. IFC is constantly being improved by buildingSMART, but there are still considerable problems and information gaps with data transmission. When exporting a model as an IFC file, information that is needed for further processing often gets lost.

This thesis deals with this problem with a focus on quantitative determination in construction services and should show gaps currently occurring in information transfer. For this aim, a building is modeled in Autodesk Revit and then exported in IFC data format (Version 2x3). This file is imported into the RIB iTWO software for quantitative determination purposes. In this program, quantity determination for selected positions of the standardized service description is performed by using QTO formulas and the additional use of selection groups and manual selection of components. The objective is to discover which building information is required for accounting and which items of information are available in RIB iTWO after the export and import of the IFC file. Furthermore, the QTO formulas are specified with the transmitted descriptions and characteristics in accordance with the specifications standardized service description in order to generate formulas that are as generally valid as possible for various components.

On the one hand, the quantitative determination deals with the results in accordance with the net quantity take off, on the other hand with the calculated quantity according to the accounting rules of the work contract standards (ÖNORM B 22xx) decisive to the various positions. Finally, the calculated quantities of the individual positions are compared with each other and possible deviations are shown.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	III
ABSTRACT	V
Inhaltsverzeichnis.....	VII
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Forschungsmethodik und Forschungsfragen	2
1.2.1 Forschungsmethodik.....	2
1.2.2 Forschungsfragen.....	2
1.3 Aufbau der Arbeit.....	3
1.4 Abkürzungsverzeichnis.....	4
2 Grundlagen	5
2.1 Building Information Modeling	5
2.1.1 Definition BIM-Level	8
2.1.2 Definition BIM-Dimension.....	9
2.1.3 Unterscheidung zwischen Closed BIM und Open BIM.....	10
2.1.4 BIM in der Planungsphase.....	12
2.1.5 BIM in der Bauausführungsphase	14
2.1.6 BIM im Gebäudebetrieb.....	15
2.2 BIM-Software	16
2.2.1 Planung und Bauausführung.....	16
2.2.2 Autodesk Revit	21
2.2.3 RIB iTWO	24
2.3 Industry Foundation Classes (IFC)	29
2.3.1 IFC-Dateiformate.....	29
2.3.2 IFC-Versionen	29
2.3.3 Model View Definition	30
2.3.4 IFC-Aufbau.....	32
2.3.5 IFC-Zertifizierung.....	34
2.4 Normung und standardisierte Leistungsbeschreibung	35
2.4.1 ÖNORM A 6241	35
2.4.2 ÖNORM EN ISO 16739	36
2.4.3 ÖNORM B 22xx.....	36
2.4.4 Standardisierte Leistungsbeschreibung	37
3 Illustrierung des digitalen Gebäudemodells	39

3.1	Erdgeschoss	40
3.2	Obergeschosse.....	42
4	Analyse der Model View Definitions von IFC2x3	44
5	Durchführung der Mengenermittlungen.....	48
5.1	Auswahlgruppen.....	50
5.2	Ermittlung der Nettomengen anhand IFC2x3.....	51
5.2.1	LG 07 Beton- und Stahlbetonarbeiten	52
5.2.2	LG 08 Mauerarbeiten	65
5.2.3	LG 10 Putz.....	67
5.2.4	LG 11 Estricharbeiten	74
5.2.5	LG 12 Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden	79
5.2.6	LG 21 Dachabdichtungsarbeiten	80
5.2.7	LG 24 Fliesen- und Plattenlegearbeiten	82
5.2.8	LG 38 Holzfußböden	85
5.2.9	LG 44 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)	86
5.3	Ermittlung der Mengen gemäß Werkvertragsnormen (ÖNORM B 22xx) anhand IFC2x3.....	88
5.3.1	LG 07 Beton- und Stahlbetonarbeiten (ÖNORM B 2211).....	88
5.3.2	LG 08 Mauerarbeiten (ÖNORM B 2206).....	96
5.3.3	LG 10 Putz (ÖNORM B 2210)	99
5.3.4	LG 11 Estricharbeiten (ÖNORM B 2232)	107
5.3.5	LG 12 Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden (ÖNORM B 2209)	112
5.3.6	LG 21 Dachabdichtungsarbeiten (ÖNORM B 2220)	113
5.3.7	LG 24 Fliesen- und Plattenlegearbeiten (ÖNORM B 2207)	116
5.3.8	LG 38 Holzfußböden (ÖNORM B 2236)	118
5.3.9	LG 44 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) (ÖNORM B 2259).....	120
5.4	Vergleich der beiden Methoden der Mengenermittlung.....	122
6	Forschungsergebnisse und Ausblick.....	125
6.1	Beantwortung der Forschungsfragen	125
6.2	Ausblick.....	128
7	VERZEICHNISSE.....	131
7.1	Literaturverzeichnis	131
7.2	Abbildungsverzeichnis	134
7.3	Tabellenverzeichnis	135
8	Anhang.....	139
8.1	QTO-Formeln	139

1 Einleitung

Die einleitenden Worte in diesem Kapitel sollen die Motivation hinter dieser Diplomarbeit erläutern, ehe auf die Forschungsmethode und Forschungsfragen sowie den Aufbau der Diplomarbeit eingegangen wird.

1.1 Motivation

Digitalisierung ist ein bestimmendes Thema unserer modernen, schnelllebigen Zeit. Während viele Branchen schon seit etlichen Jahren von den Innovationen einer digitalisierten Welt profitieren, hinkt das Bauwesen in dieser Hinsicht hinterher. Die Arbeitsweise in der Abwicklung von Bauprojekten veränderte sich in den vergangenen Jahrzehnten natürlich durch die Verwendung von Computern bereits erheblich, dennoch wurden entscheidende Aspekte und Vorteile der Digitalisierung, wie z. B. eine konsistente Informationsübermittlung zwischen den Projektbeteiligten, zu wenig genutzt. Dieses Defizit soll durch die Entwicklung von Building Information Modeling (BIM) aufgeholt werden. Dieses Unterfangen ist jedoch kein einfaches, da sich das Bauwesen doch signifikant von anderen Branchen unterscheidet. An einem Bauvorhaben sind von der Planung über die Ausführung bis zur Nutzung i. d. R. viele verschiedene Parteien beteiligt, die oft völlig unterschiedliche Softwarelösungen für die Durchführung ihrer Arbeiten verwenden. Die Zusammenführung dieser Arbeiten in einem Gebäudemodell und die verlustfreie Informationsübertragung stellen hierbei eine große Herausforderung dar. Aktuell ist dieser Bereich noch nicht vollständig ausgereift. Diese Arbeit zeigt mögliche Entwicklungspotenziale von BIM auf und soll zur Verbesserung der Praxistauglichkeit anregen.

Gelingt es die derzeitigen Herausforderungen von BIM zu überwinden und diese Arbeitsweise schlussendlich zu etablieren, wird sich die Baubranche als Gesamtes und die Projektabwicklung im Speziellen in allen Belangen stark verändern. Das Ziel von BIM ist für Projektbeteiligte eine höhere Sicherheit hinsichtlich Kosten und Terminen zu schaffen, die Kommunikation zu erleichtern sowie das Bauwesen im Allgemeinen effizienter zu machen. Betreffend der Effizienzsteigerung sollen Prozesse in der Planung, der Ausführung bis zur Bauwerksnutzung verbessert werden, indem die Sicherung und transparente Aufbereitung der über den gesamten Projektverlauf gesammelten Informationen gewährleistet werden. Ohne der BIM-Arbeitsweise bleiben Wissensstände oftmals auf der Strecke oder gehen aufgrund fehlender Transparenz nicht auf alle Projektbeteiligten über und müssen daher mehrmals erarbeitet werden. Um diese Schwächen zu korrigieren sind zum einen technische Mängel, die aktuell noch auftreten, zu beheben, zum anderen muss die Bereitschaft zur Informationsübermittlung bei den Projektbeteiligten sensibilisiert werden.

1.2 Forschungsmethodik und Forschungsfragen

Nachfolgend wird beschrieben, welche Forschungsfragen in dieser Arbeit beantwortet und durch welche Methode die dafür notwendigen Erkenntnisse erlangt werden sollen.

1.2.1 Forschungsmethodik

Zur Beantwortung der Forschungsfragen folgt auf eine fach einschlägige Literatur- und Internetrecherche die Durchführung von Mengenermittlungen von mehreren Positionen an einem mittels IFC-Datei übermittelten Gebäudemodell. Die Arbeit beschränkt sich dabei auf die Programme Autodesk Revit für die Modellierung des Gebäudes und RIB iTWO für die anschließende Mengenermittlung. Dafür wird das Bauwerksmodell als IFC-Datei der Version IFC2x3 aus Autodesk Revit exportiert und nachfolgend in RIB iTWO importiert. Die dort umgesetzten Mengenermittlungen werden folgend den Vorgaben der Positionen der Leistungsbeschreibung Hochbau spezifiziert. Dabei beschränkt sich diese Arbeit auf Positionen folgender Leistungsgruppen:

- ◆ LG 07 Beton- und Stahlbetonarbeiten
- ◆ LG 08 Mauerarbeiten
- ◆ LG 10 Putz
- ◆ LG 11 Estricharbeiten
- ◆ LG 12 Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden
- ◆ LG 21 Dachabdichtungsarbeiten
- ◆ LG 24 Fliesen- und Plattenlegearbeiten
- ◆ LG 38 Holzfußböden
- ◆ LG 44 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)

Die Ermittlung der Mengen wird für alle behandelten Positionen zweimal durchgeführt, denn einerseits werden die Nettomengen, andererseits die Mengen gemäß der Werkvertragsnormen (ÖNORM B 22xx) berechnet. Die Ergebnisse werden im Anschluss miteinander verglichen und die auftretenden Unterschiede dokumentiert.

1.2.2 Forschungsfragen

Diese Diplomarbeit soll folgende Forschungsfragen beantworten:

Frage 1:

Wie praxistauglich ist die Mengenermittlung von Bauleistungen in RIB iTWO mit aus Autodesk Revit exportierten Modellen im IFC-Format hinsichtlich Funktionalität der verwendeten Software?

Frage 2:

Welche der durch das IFC-Format übergebenen Informationen sind für die korrekte Mengenermittlung und den Aufbau der Mengenabfragen in RIB iTWO nach den Spezifikationen der Leistungsbeschreibung Hochbau der behandelten Positionen notwendig?

Frage 3:

Wie hoch soll der Detaillierungsgrad der Modellierung in Autodesk Revit für die Mengenermittlung der behandelten Positionen gewählt werden bzw. inwieweit können nicht modellierte Elemente durch Formeln in RIB iTWO berücksichtigt werden?

Frage 4:

Welche Unterschiede treten beim Vergleich zwischen der Ermittlung der Nettomengen und der Ermittlung der Mengen gemäß Werkvertragsnormen (ÖNORM B 22xx) für die behandelten Positionen hinsichtlich den Mengen und dem Aufbau der Mengenabfragen in RIB iTWO auf?

1.3 Aufbau der Arbeit

Kapitel 2 dient der Erläuterung von theoretischen Grundlagen von BIM, von unterschiedlichen Softwarelösungen, von Industry Foundation Classes (IFC) und von für diese Arbeit bedeutende nationale Normungen. Die Ausführungen bilden die Basis für die späteren Kapitel der Arbeit.

In Kapitel 3 wird das in Autodesk Revit erzeugte Gebäudemodell visuell veranschaulicht und mit zusätzlichen textlichen Erklärungen näher vorgestellt.

Kapitel 4 beschäftigt sich mit der Frage, welche Model View Definition (MVD) der IFC2x3-Datei sich am besten für die Mengenermittlungen in RIB iTWO eignet.

Die Mengenermittlungen sind in Kapitel 5 dokumentiert, wobei in Kapitel 5.2 die Nettomengenberechnungen betrachtet werden, während in Kapitel 5.3 die Mengenermittlungen gemäß der Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen (ÖNORM B 22xx) durchgeführt werden. Ein Vergleich der beiden Methoden der Mengenermittlung folgt in Kapitel 5.4.

Abschließend fasst Kapitel 6 die gesammelten Ergebnisse zusammen. Neben der Beantwortung der Forschungsfragen liefert dieser Abschnitt einen Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsfelder.

1.4 Abkürzungsverzeichnis

2D	zweidimensional
3D	dreidimensional
4D	vierdimensional
5D	fünfdimensional
6D	sechsdimensional
7D	siebendimensional
ASI	Austrian Standards Institute
AVA	Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung
AVVA	Ausschreibung, Vergabe, Vertrag und Abrechnung
b	Breite
BIM	Building Information Modeling
bSDD	buildingSMART Data Dictionary
CAD	Computer-Aided Design
CAFM	Computer-Aided Facility-Management
COBie	Construction Operations Building Information Exchange
CPI	Construction Process Integration
CV	Coordination View
d	Dicke
DXF	Drawing Interchange File Format
EG	Erdgeschoss
FEM	Finite-Elemente-Methode
FFB	Fertigfußboden
FM	Facility-Management
GOK	Geländeoberkante
h	Höhe
IFC	Industry Foundation Classes
ISO	International Organization for Standardization
LB-HB	Leistungsbeschreibung Hochbau
LG	Leistungsgruppe
LV	Leistungsverzeichnis
ME	Mengeneinheit
MVD	Model View Definition
OG	Obergeschoss
PDF	Portable Document Format
Pos.	Position
PSets	Property Sets
QTO	Quantity Take Off
UK RD	Unterkante Rohdecke
ULG	Unterleistungsgruppe
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
XML	Extensible Markup Language

2 Grundlagen

In diesem Abschnitt werden die theoretischen Grundlagen von Building Information Modeling (BIM) ausgeführt und nähergebracht. Die Grundlagen bilden die Basis für weitere Ausführungen dieser Arbeit.

2.1 Building Information Modeling

Laut Borrmann et al.¹ liegt die Grundidee von Building Information Modeling (BIM) in der durchgängigen Nutzung eines digitalen Gebäudemodells über den gesamten Lebenszyklus des Bauwerks. Das Gebäudemodell enthält dabei zahlreiche Informationen, die über die Entwurfs-, Planungs- und Ausführungsphase bis hin zum Betrieb des Gebäudes gesammelt und im Modell abgebildet werden. Bei diesen Informationen handelt es sich nicht nur um Angaben zur Geometrie der Bauteile, sondern auch um nicht-geometrische Zusatzinformationen wie Typinformationen, technische Eigenschaften oder Kosten. In der Baubranche wurden in den letzten Jahrzehnten bereits digitale Werkzeuge für die Planung, Errichtung und den Betrieb genutzt, jedoch gingen aufgrund der vorherrschenden Informationsübermittlung durch ausgedruckte Pläne oder beschränkt weiterverwendbare Digitalformate häufig wertvolle Informationen verloren. Über den gesamten Lebenszyklus treten über die unterschiedlichen Phasen immer wieder Informationsbrüche auf, wie Abb. 2.1 zeigt.

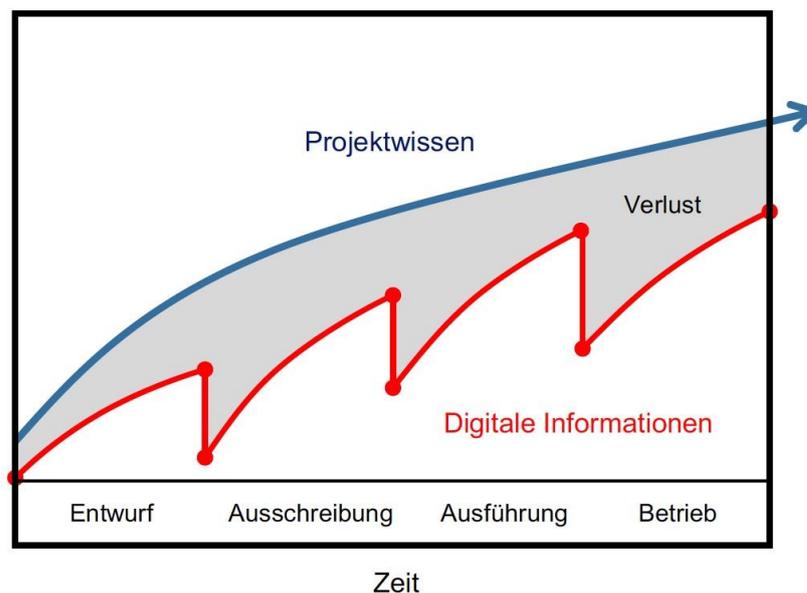


Abb. 2.1: Informationsverlust durch Brüche im Informationsfluss²

Dieser Umstand soll durch BIM verändert werden, indem durch den verbesserten Datenaustausch und den Wegfall der immer wieder neuen Eingabe von Informationen, die mit hohem Aufwand

¹ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis* (Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015), S. 1-3.

² Abbildung von Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 3.

und hoher Fehleranfälligkeit behaftet ist, die Planungseffizienz gesteigert wird. Neben der Schaffung aller technologischen Voraussetzungen für eine digitale Zusammenarbeit benötigt es zur Realisierung von BIM zudem die Überzeugung der Bauherren, diese Arbeitsweise bei ihren Projekten anzuwenden. Durch die vielen Projektbeteiligten im Bauwesen gibt es vielfältige Schnittstellen zwischen den Unternehmen und eine zentrale Steuerung des Informationsflusses ist nicht gegeben. Deshalb müssen die Bauherren die Nutzung von BIM fordern, definieren und überwachen. Darüber hinaus ist zur Förderung des Einsatzes von BIM ein sachangemessenes Bauvertragsrecht notwendig, da die erforderlichen Prozesse dieser Arbeitsmethodik sowie die Rechte und Pflichten der Vertragsparteien geregelt sein müssen.³

Die Plattform 4.0⁴ nennt noch weitere nützliche Aspekte von BIM:

- ◆ Die Planung beruht auf einem elementbasierten Modell, wodurch sich mit Hilfe von Visualisierungen das Verständnis der Planung verbessern kann.
- ◆ Alle Gewerke arbeiten an einem virtuellen Gesamtmodell. Dadurch ergibt sich eine einfachere Koordination der Planung und eventuelle Kollisionen können frühzeitig am Modell erkannt werden.
- ◆ Die Kostenplanung kann anhand des Gesamtmodells durchgeführt werden. Das Modell liefert dabei Eingangsdaten mit Mengen und Kosten. Eventuelle Variantenvergleiche können folglich mit Kosten hinterlegt und somit monetär quantifiziert werden.
- ◆ Das Modell ermöglicht eine abgestimmte Terminplanung.
- ◆ Der Austausch von Wissen zwischen den verschiedenen Projektbeteiligten (Planer_innen⁵, Ausführende, etc.) verbessert sich.
- ◆ Zu jedem Zeitpunkt und in jeder Phase des Projekts ist eine qualitative Dokumentation vorhanden.
- ◆ Die gewerksübergreifende Dokumentation wird vereinfacht.
- ◆ Eine konsistente Datenhaltung kann zu einer Erhöhung des Automatisierungsgrades führen.
- ◆ Anhand des Gebäudemodells können Simulationen für den Bauablauf, aber auch für den späteren Betrieb unter Berücksichtigung der zukünftigen Betriebskosten durchgeführt werden.
- ◆ Die in den unterschiedlichen Phasen des Projekts gesammelten und über das Modell weitergegebenen Daten erzielen für den Erhalter in der Betriebsphase einen Mehrwert und bilden die Grundlage für das Facility-Management.

In welchem Ausmaß die angeführten Aspekte ausgeschöpft werden können, ist u. a. abhängig vom verwendeten BIM-Level, von der BIM-Dimension und davon, ob Closed BIM oder Open BIM zur Anwendung kommt. Diese Begriffe werden in den Kapiteln 2.1.1, 2.1.2 und 2.1.3 definiert.

³ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 261-262.

⁴ vgl. Plattform 4.0, *Schrift 04 - Chancen und Risiken der Digitalisierung in der Bauwirtschaft*, (TU-MV Media Verlag GmbH, 2017), S. 7.

⁵ Der Autor legt großen Wert auf Diversität und Gleichbehandlung. Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wurde jedoch oftmals entweder die maskuline oder feminine Form gewählt. Dies impliziert keinesfalls eine Benachteiligung des jeweils anderen Geschlechts.

Die von den unterschiedlichsten Herstellerfirmen bereitgestellte BIM-Software ermöglicht es, aus dem dreidimensional modellierten Bauwerk konsistente 2D-Pläne für Grundrisse und Schnitte abzuleiten. Eichler⁶ definiert:

„Die grundsätzliche Systematik zur Beschreibung von Gebäuden mit BIM basiert auf der Verwendung zahlreicher verschiedener Elementtypen, beispielsweise Wände, Decken, Stützen, Fenster, Türen u. dgl. Diese beinhalten jeweils spezifische Merkmale, die zur Beschreibung notwendig sind – im Falle einer Wand Informationen zu Höhe, Länge, Tiefe, Oberflächenbeschaffenheit usw. Zusammengesetzt ergeben diese Elemente ein sogenanntes virtuelles Gebäudemodell – eine exakte Beschreibung des Vorhabens, das einmal errichtet und betrieben werden soll.“

Borrmann et al.⁷ führen aus, dass die Bauteilobjekte die parametrisierte 3D-Geometriedarstellung mit zusätzlichen Merkmalen und definierten Beziehungen zu anderen Bauteilen kombinieren. Die Verwendung dieser Bauteile hat u. a. den Zweck, 2D-Pläne, die den allgemein gültigen Normen und Richtlinien entsprechen, aus dem Modell zu generieren. Darüber hinaus ermöglicht die bauteilorientierte Modellierung die Anwendung von unterschiedlichsten Analyse- und Simulationswerkzeugen. Die Involvierung der verschiedenen Planungsdisziplinen (z. B. Tragwerksplanung, Bauphysik, Gebäudetechnik, etc.) beschreibt Eichler⁸ gemäß den folgenden Ausführungen: Mit fortschreitender Planung werden die jeweiligen Teilmodelle der einzelnen Disziplinen auf Basis des virtuellen Gebäudemodells der Architektur (Architekturmodell genannt) erstellt. Für die Koordination des Projekts ist der Austausch von Informationen zwischen den Teilmodellen und dem Architekturmodell nötig. Dafür können zum einen die gesamten Modelle ausgetauscht und Kollisionsüberprüfungen durchgeführt werden. Zum anderen können zum Austausch von Änderungen nur einzelne Elemente bzw. deren Attribute übermittelt werden, wodurch eine präzise Dokumentation der Änderungen sichergestellt wird. Diese exakte Dokumentation der Änderungen und Abweichungen im Gebäudemodell erleichtern den Betrieb und eine mögliche spätere Umnutzung. Im Zuge des Abrisses eines Bauwerks können durch das virtuelle Modell sämtliche Rohstoffe, die im Gebäude verbaut wurden, festgestellt werden. In Zeiten, in denen Nachhaltigkeit und Umweltschutz eine immer wichtigere Rolle spielen, ist diese Möglichkeit ein nicht zu unterschätzender Nutzen von BIM.

⁶ Christoph C. Eichler, *BIM-Leitfaden: Struktur und Funktion*, (Mironde Verlag, 2016), S. 15.

⁷ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 5.

⁸ vgl. Christoph C. Eichler, *BIM-Leitfaden: Struktur und Funktion*, S. 15-16.

2.1.1 Definition BIM-Level

Gemäß der Studie von Goger et al.⁹ ist die Einführung von BIM im Bauwesen nicht in einem einzigen Schritt möglich, daher erfolgt sie in mehreren Stufen. Diese Stufen wurden von der britischen BIM Task Group als BIM-Reifegrade definiert, die vier verschiedene Umsetzungsstufen von Building Information Modeling darstellen. Abb. 2.2 zeigt die vier Stufen von Level 0 bis Level 3, die nachstehend textlich definiert werden.

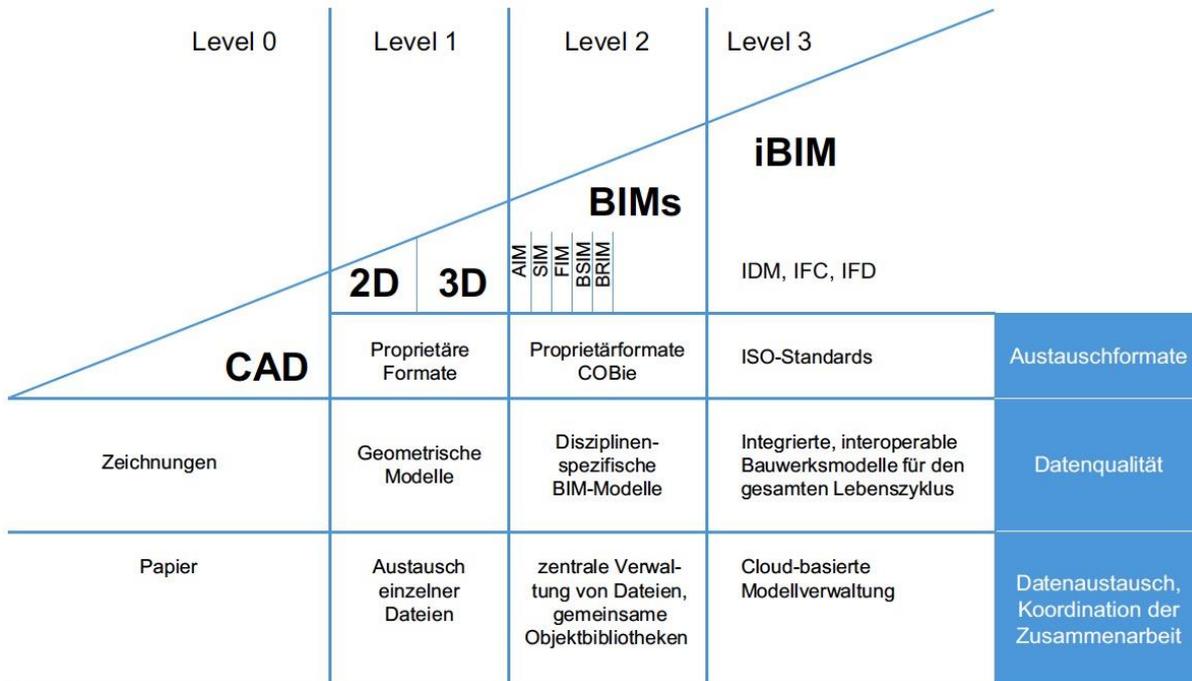


Abb. 2.2: BIM-Reifegrade¹⁰

BIM Level 0

Im BIM Level 0 erfolgt die Arbeit in konventioneller Art und Weise mit 2D-CAD und dem Austausch von papiergedruckten Plänen.

BIM Level 1

Zusätzlich zur 2D-Planung werden in BIM Level 1 3D-Modelle erstellt. Dazu gibt es jedoch keine Vorgaben hinsichtlich Datenformate und eine zentrale Projektplattform existiert in dieser Stufe nicht. Es werden ausschließlich einzelne Daten versendet.

BIM Level 2

Borrmann et al.¹¹ legen die Nutzung von BIM-Software zur Erstellung von virtuellen Gebäudemodellen als Voraussetzung für BIM Level 2 fest. Die einzelnen Fachplaner erstellen dabei jeweils

⁹ vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen, Empfehlungen für zukünftige Forschung und Innovationen*, (TU Wien, BMVIT, WKO, 2017), S. 18.

¹⁰ Abbildung von Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 10.

¹¹ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 9-10.

ihre eigenen, voneinander unabhängigen Modelle, die in regelmäßigen Abständen miteinander abgeglichen und kontrolliert werden. Der Datenaustausch erfolgt über die Übergabe von Dateien, die in herstellereigenen Formaten abgespeichert und zur Abstimmung und Koordination auf einer gemeinsamen Projektplattform vorgehalten werden.

BIM Level 3

In der höchsten Stufe wird laut Borrmann et al.¹² die Durchführung von Big Open BIM vorgesehen. Eine genaue Definition des Begriffs Big Open BIM folgt in Kapitel 2.1.3. Für den Datenaustausch, der in Level 3 über eine cloudbasierte Modellverwaltung vonstatten geht, und die Beschreibung der Prozesse werden ISO-Standards eingesetzt. Ein integriertes digitales Gebäudemodell ist für die Verwendung über die gesamte Lebensdauer des Bauwerks vorgesehen.

2.1.2 Definition BIM-Dimension

Zur Auswertung der im BIM-Prozess gesammelten Daten werden sogenannte BIM-Dimensionen definiert und dadurch lassen sich Ordnungssysteme hinsichtlich Zeit, Kosten, Nachhaltigkeit u. dgl. implementieren.¹³

3D-Modell

Hierbei handelt es sich um ein dreidimensionales Modell eines Bauwerks, das mit geometrischen, physikalischen und funktionalen Informationen versehen ist.¹⁴ Dieses Modell kann entsprechend der Ausführungen der Plattform 4.0¹⁵ mit allen gängigen, digitalen Planungstools wie z. B. Allplan, Revit, Archicad, etc. erstellt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bauteilbasierend in einer phasengerechten Detailtiefe modelliert wird, da nur so ein durchgängiger Nutzen für alle Auswertungen über den gesamten Lebenszyklus des Objektes gewährleistet werden kann.

4D-Modell

Das Modell wird um den Faktor „Zeit“ in Form von Zeitangaben bzw. Terminplänen für die einzelnen Bauteile erweitert, um Bauablaufsimulationen zu ermöglichen.¹⁶

5D-Modell

Das Modell wird um den Faktor „Kosten“ erweitert.¹⁷ Anhand der Mengen, die durch das virtuelle Modell bekannt sind, können mit Hilfe der Kosten pro Einheit schon in einem frühen Projektstadium die Kosten ermittelt und ein zeitabhängiger Kostenverlauf dargestellt werden, wenn das 4D-

¹² vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 10.

¹³ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 6241-2: Digitale Bauwerksdokumentation, Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM*, (Austrian Standards Institute, 2015), S. 8.

¹⁴ vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 19.

¹⁵ vgl. Plattform 4.0, *Schrift 10 - BIM in der Praxis Fokus Hochbau und Haustechnik (TGA)*, (ÖBV-Verlag, März 2018), S. 15.

¹⁶ vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 19.

¹⁷ vgl. Gasteiger, *BIM in der Bauausführung: Automatisierte Baufortschrittsdokumentation mit BIM, deren Mehrwert und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Phase der Bauausführung*, (Innsbruck University Press, 2015), S. 9.

Modell hinterlegt ist. Dieser Umstand ermöglicht bereits zu einem frühen Zeitpunkt eine effiziente Steuerung der Kosten. Im Verlauf des Projekts entwickeln sich die Baukosten von der Kostenschätzung zu den tatsächlich abgerechneten Kosten des Bauwerks.¹⁸

6D-Modell

Im 6D-Modell werden die Lebenszyklusaspekte (Bewirtschaftung des Bauwerks, Gebäudeabriss)¹⁹ und gemäß der ÖNORM A 6241-2²⁰ auch die Nachhaltigkeit berücksichtigt. Unter Nachhaltigkeit versteht man die Bewertung der Bauwerke hinsichtlich der umweltbezogenen, sozialen und ökonomischen Qualität unter Miteinbeziehung der technischen Eigenschaften und der Funktionalität. Die Nachhaltigkeitsbewertung bemisst, welchen Beitrag die betreffenden Bauwerke zu einer nachhaltigen Entwicklung leisten.

7D-Modell

Wie Goger et al.²¹ beschreiben, werden an das 7D-Modell zusätzlich Betriebsdaten gekoppelt, die eine bessere Nachvollziehbarkeit von Wartungs- und Reparaturmaßnahmen gewährleisten. Die Dimensionen 6D und 7D verbessern insgesamt die Nachhaltigkeit im Facility-Management.

2.1.3 Unterscheidung zwischen Closed BIM und Open BIM

Der grundsätzliche Unterschied zwischen Closed BIM und Open BIM liegt für Borrmann et al.²² darin, ob nur Softwareprodukte eines Herstellers verwendet werden, oder ob offene, herstellernerneutrale Datenformate zum Einsatz kommen, die den Datenaustausch zwischen Produkten unterschiedlicher Hersteller ermöglichen. Wie der Begriff „Closed BIM“ bereits erahnen lässt, kommt in dieser Art des Building Information Modelings eine nur beschränkte Softwarepalette zur Anwendung. Gasteiger²³ nennt als Vorteil von Closed BIM, dass die Schnittstelle für den Datenaustausch speziell für die Software konzipiert wurde und die Informationsübertragung damit ohne Verluste erfolgen kann. Nachteilig ist jedoch, dass der Markt aufgrund der eingeschränkten Software stark eingegrenzt wird, da nur Produkte zum Einsatz kommen können, die miteinander kompatibel sind. Im Gegensatz dazu kann bei Open BIM das Bearbeitungswerkzeug von den verschiedenen Projektbeteiligten frei gewählt werden.²⁴ Der Austausch der Daten und die Koordination erfolgt auf einer Planungsplattform und mit Dateiformaten, die herstellerunabhängig sind.²⁵ Grundlage dafür ist, dass die Informationen (Geometrie und Parameter) zentral für eine gemeinschaftliche Nutzung bereitgestellt werden.²⁶ Borrmann et al.²⁷ bezeichnen Open BIM zum einen als vorteilhaft, weil der Markt durch die freie Wahl der Softwareprodukte nicht eingeschränkt wird. Zum anderen, weil trotz der großen Bandbreite an Produkten der verschiedenen Hersteller

¹⁸ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 6241-2:2015*, S. 5.

¹⁹ vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 19.

²⁰ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 6241-2:2015*, S. 8.

²¹ vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 20.

²² vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 8.

²³ vgl. Gasteiger, *BIM in der Bauausführung*, S. 10.

²⁴ vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 20.

²⁵ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 8.

²⁶ vgl. Plattform 4.0, *Schrift 10 - BIM in der Praxis Fokus Hochbau und Haustechnik (TGA)*, (ÖBV-Verlag, März 2018), S. 13.

²⁷ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 8.

in manchen Bereichen des Planungs-, Bau- oder Betriebsprozesses Lücken auftreten werden, die andere Produkte erforderlich machen. Der offene Datenaustausch macht die Nutzung unterschiedlicher Software möglich. Um eine freie Informationsübertragung zu realisieren, schuf die Non-Profit-Organisation buildingSMART das herstellerunabhängige Datenformat IFC (Industry Foundation Classes), das zur umfangreichen Beschreibung von Bauwerksmodellen genutzt wird. IFC ist eine der wesentlichen Grundlagen dieser Arbeit und wird in Kapitel 2.3 erläutert. Als derzeitigen Nachteil von Open BIM legt Borrmann dar, dass die Nutzung herstellungsneutraler Formate und der damit verbundene Datenaustausch aus aktueller Sicht nicht immer ohne Probleme funktioniert und teilweise fehlerbehaftet abläuft. Gründe dafür sind die technisch schwierige Schaffung von Neutralformaten und deren exakte Implementierung durch die Softwarehersteller. Mit dieser noch nicht einwandfreien Übertragung von Daten über den Export und Import von Gebäudemodellen als IFC-Datei beschäftigt sich diese Arbeit in den Mengenermittlungen in Kapitel 5. Mit der anschließenden Beantwortung der Forschungsfragen wird versucht, derzeit auftretende Probleme aufzuzeigen und für die behandelten Positionen Lösungsvorschläge zu liefern.

Little BIM und Big BIM

Zur weiteren Eingrenzung von Closed BIM und Open BIM wurden die Begriffe „Little BIM“ und „Big BIM“ definiert, die Goger et al.²⁸ wie folgt beschreiben: Unter Little BIM versteht man die Nutzung von Building Information Modeling als Insellösung im spezifischen Tätigkeitsfeld eines Fachplaners. Ein einziger Planer eines Unternehmens erstellt dabei ein Modell, das nur eigenen Zwecken dient, nicht an andere Unternehmen weitergegeben und folglich nicht durch andere Planer genutzt wird. Auch wenn in diesem Fall BIM-Software zur Anwendung kommt, bleibt die Grundidee von BIM bzw. das Potenzial der interdisziplinären Nutzung eines virtuellen Bauwerksmodells unerschlossen. Konträr dazu zielt Big BIM darauf ab, das Potenzial einer kollaborativen, firmenübergreifenden Verwendung eines Modells über den gesamten Lebenszyklus abzurufen. Wie die vier in diesem Kapitel beschriebenen Begriffe miteinander kombiniert werden können und welche Lösungen sich daraus ergeben, kann aus Abb. 2.3 entnommen werden.

²⁸ vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 21.

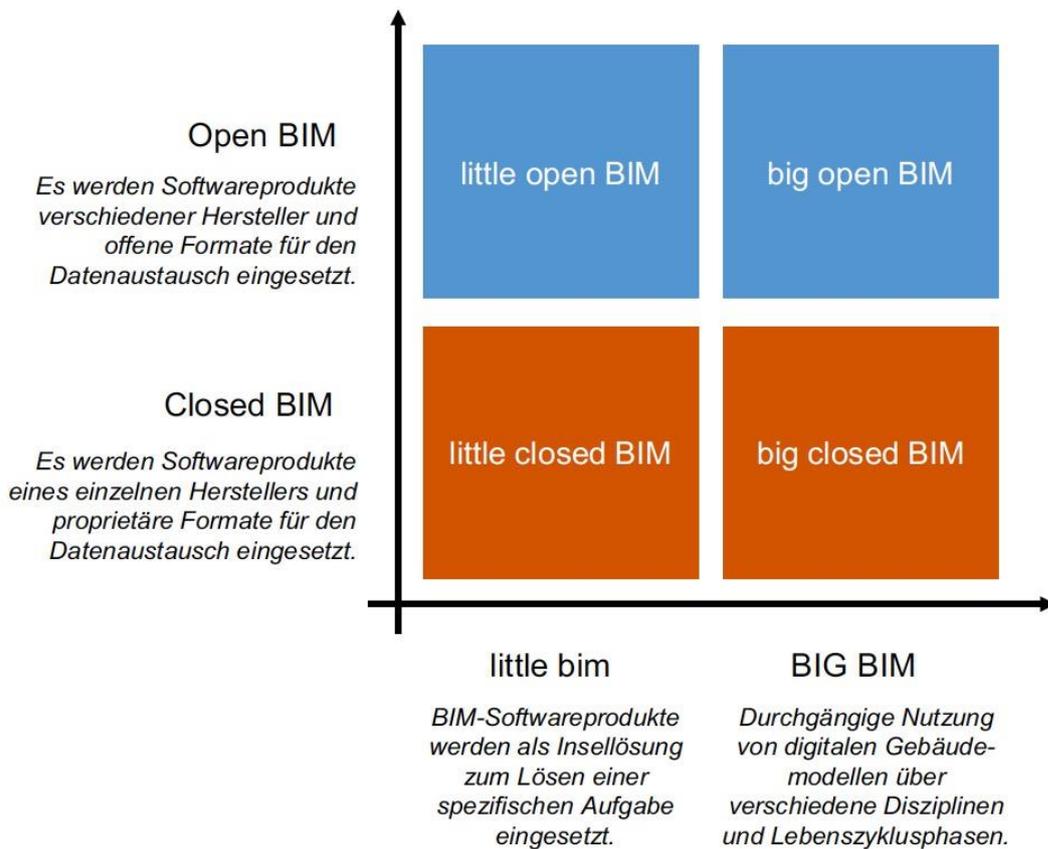


Abb. 2.3: Kombinationsmatrix der verschiedenen Arten von BIM²⁹

2.1.4 BIM in der Planungsphase

Den Einsatz von BIM in der Planungsphase skizzieren Borrmann et al.³⁰ wie im folgenden Abschnitt erläutert. Durch die Verwendung eines Building Information Models können sämtliche technischen Zeichnungen wie Grundrisse, Schnitte oder Ansichten direkt aus dem Modell abgeleitet werden und sind daher in der Folge untereinander widerspruchsfrei. Das virtuelle Gebäudemodell ermöglicht des Weiteren Kollisionskontrollen zwischen den einzelnen Teilmodellen der unterschiedlichen Gewerke, wodurch Konflikte schon in der Planungsphase erkannt werden können. Zahlreiche weitere Informationen über das Gebäude lassen sich durch Berechnungs- und Simulationsprogramme ermitteln. Mit Hilfe dieser Programme können z. B. statische Nachweise oder Wärmebedarfsberechnungen erstellt werden. Außerdem wird die Durchführung von Beleuchtungs- und Evakuierungssimulationen ermöglicht. Das Modell kann zudem auf Normen, Vorschriften und Richtlinien geprüft werden. Als Basis für die Kostenschätzung und Erstellung eines Leistungsverzeichnisses (LV) für die Ausschreibung dient ebenfalls das digitale Bauwerksmodell, an dem Mengenermittlungen vollzogen werden können.

Infolge des Einsatzes von BIM im Planungsprozess kommt es zu Aufwandsverlagerungen der konventionellen Abläufe. Diese Verschiebungen innerhalb der einzelnen Phasen werden in Abb. 2.4 dargestellt. Wie die Grafik in Abb. 2.4 zeigt, wird der Hauptaufwand der klassischen Planung in

²⁹ Abbildung von Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 8.

³⁰ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 5-6.

späten Phasen abgeleitet, wodurch Analysen, Simulationen und Bewertungen des Entwurfs erst zu einem fortgeschrittenen Zeitpunkt möglich sind. In dieser Phase sind die Mittel zur Korrektur des Entwurfs jedoch schon äußerst begrenzt und mit hohen Zusatzkosten verbunden. Dagegen verlagert sich der Planungsaufwand im BIM-gestützten Planungsprozess in eine frühere Phase, in der bereits ein detailliertes digitales Modell des Entwurfs erstellt wird, an dem erste Simulationen und Berechnungen durchgeführt werden. Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, verschiedene Entwurfsoptionen zu untersuchen, um den Aufwand in späteren Planungsphasen zu verringern und die Entwurfsqualität zu erhöhen.

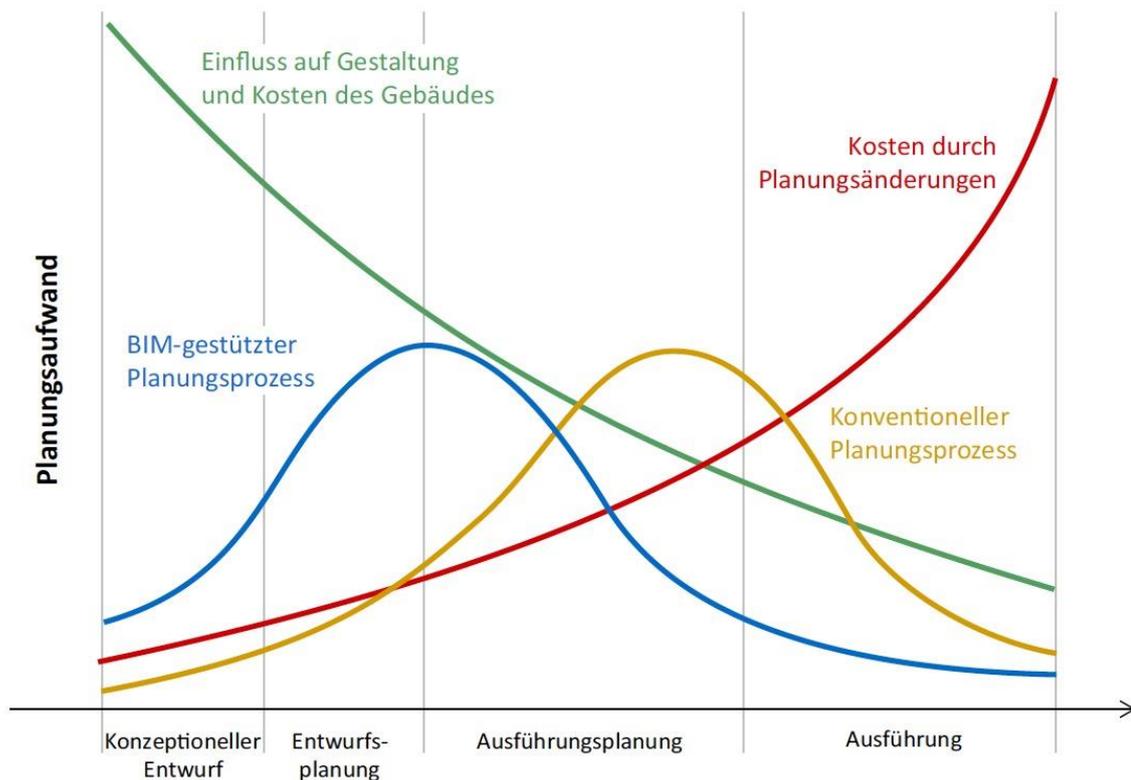


Abb. 2.4: Verlagerung von Planungs- und Entscheidungsprozessen durch BIM³¹

Im Zuge des BIM-gestützten Planungsprozesses sollen ausführende Unternehmen schon früh in die Planung miteinbezogen werden, wodurch sich Abläufe in Ausschreibung, Vergabe, Vertrag und Abrechnung (AVVA) verändern werden. Laut den Ausführungen von Goger et al.³² geht der internationale Trend in Richtung „Design & Build“. Hierbei erfolgen Ausschreibungen und Vergaben mittels Übermittlung digitaler Modelle der Ausschreibenden an die Bieter. Die Bieter führen ihre Kalkulation auf Basis des Modells durch und ergänzen dieses um eventuelle technische und wirtschaftliche Optimierungsvorschläge. Die Angebotsabgabe wird durch das Hochladen der Bietermodelle auf den Server des Auftraggebers umgesetzt. Aufgrund der Neuerungen im AVVA-

³¹ Abbildung von Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 6.

³² vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 81-82.

Prozess sind neue Vertragsmodelle denkbar. Borrmann et al.³³ nennen als eine Möglichkeit einheitliche Mehrparteienverträge, die für mehrere Projektbeteiligte gelten. Diese Verträge sollen durch ihre Gestaltung zu einer optimalen Kooperation untereinander anregen. Darunter fallen z. B. Vereinbarungen zur Teilung von Gewinnen und Verlusten in einem gewissen Rahmen, zu wechselseitigen Haftungsfreistellungen oder zur Förderung der Zusammenarbeit durch gemeinsame Entscheidungsgremien. Erfahrungsgemäß stoßen Mehrparteienvertragssysteme speziell bei komplexen Projekten jedoch auf Schwierigkeiten, da es kaum möglich ist, zeitgleich mit mehreren Beteiligten Planungs- und Bauverträge abzuschließen. Daher scheint laut Borrmann et al. die Beibehaltung von Einzelverträgen durchaus vorstellbar. Dabei können Regelungen bezüglich BIM, die alle Projektbeteiligten betreffen, in BIM-spezifischen, zusätzlichen Vertragsbedingungen festgehalten werden, die dann Bestandteil aller Verträge sind.

2.1.5 BIM in der Bauausführungsphase

Bereits in der Arbeitsvorbereitung bietet Building Information Modeling laut Borrmann et al.³⁴ erhebliche Vorteile. Wird ein digitales Gebäudemodell im Rahmen einer Ausschreibung bereitgestellt, erleichtert dies den Baufirmen die Aufwandsermittlung für die Angebotserstellung und ermöglicht in späteren Phasen eine präzise Abrechnung.

In der Begleitung der Bauausführung durch BIM sieht Gasteiger³⁵ hohes Potenzial, verschiedenste Abläufe zu optimieren. Bautagesberichte, die in konventioneller Art und Weise täglich handschriftlich verfasst werden und den Bauablauf dokumentieren, können durch BIM digital verfasst, vervielfältigt, sowie automatisch verteilt und archiviert werden. Durch die Verknüpfung der Daten mit dem Modell werden aus der fortlaufenden Ist-Dokumentation Bauzeitpläne generiert, wodurch sich der Ist- mit dem Soll-Stand vergleichen lässt. Voraussetzung dafür ist ein 4D-Modell. Das virtuelle Modell liefert zudem Informationen betreffend der benötigten Materialien, deren Bedarf automatisiert berechnet werden kann. Unter Anwendung von Filtern können einzelne Bauteile im Modell selektiert werden, um das notwendige Volumen zu ermitteln. Zur Vermeidung von Missverständnissen werden die Visualisierungen, die durch das Modell möglich sind, eingesetzt. Aufgrund der dreidimensionalen Planung sind Details von aufwändigen Konstruktionen bereits in einer frühen Phase sehr genau darstellbar, wodurch Probleme in der Ausführung reduziert werden können. Auch das Änderungsmanagement während des Projekts ist von hoher Relevanz, da veraltete Pläne zu Irrtümern und fehlerhafter Bauausführung führen. Laut Uhlendorf³⁶ setzt sich das Änderungsmanagement aus folgenden Bestandteilen zusammen:

- ◆ Identifikation eines Änderungsbedarfes
- ◆ Inhaltserfassung der Änderung
- ◆ Erfassung der Begründung bzw. des Verursachers der Änderung

³³ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 251-252.

³⁴ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 6-7.

³⁵ vgl. Gasteiger, *BIM in der Bauausführung*, S. 35-38.

³⁶ vgl. Uhlendorf, *Tagungsband zum 29. BBB-Assistententreffen – Fachkongress der wissenschaftlichen Mitarbeiter der Bereiche Bauwirtschaft | Baubetrieb | Bauverfahrenstechnik: Änderungsmanagement bei komplexen Bauprojekten – innovative Ansätze erforderlich*, S. 361-362, <https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=90555&token=59c222d25c6f3e98580c6fd746814819d98c8aea> (abgerufen am 28.03.2020).

- ◆ Ermittlung der finanziellen und terminlichen Konsequenzen
- ◆ Ermittlung der Kompensationsmöglichkeiten
- ◆ Entscheidung über die Durchführung von Änderungen
- ◆ Aktualisierung aller Unterlagen
- ◆ Eventuelle Änderungen von Verträgen
- ◆ Kommunikation mit allen Beteiligten über die Änderung
- ◆ Dokumentation der Änderung

Durch BIM werden Daten automatisch auf den aktuellen Stand gebracht und Änderungsstände problemlos archiviert.³⁷

2.1.6 BIM im Gebäudebetrieb

Als Voraussetzung für den Einsatz von BIM in der Gebäudenutzung führen Borrmann et al.³⁸ die Übergabe des digitalen Modells vom Planer an den Bauherrn an. Idealerweise wird das Modell um Informationen aus der Ausführung ergänzt. Anstatt von Zeichnungen erhält der Bauherr damit hochwertige digitale Informationen, die er direkt für das Facility Management verwenden kann. Die übergebenen Daten enthalten beispielsweise Raumgrößen, Angaben zu Elektro- und Haus-technikanschlüssen, sowie Zusatzinformationen hinsichtlich verbauter technischer Geräte einschließlich der Wartungsintervalle und Garantiebedingungen. Die Pflege des virtuellen Modells ist von hoher Bedeutung. Änderungen am realen Gebäude sind auch am digitalen Modell durchzuführen. Bei größeren Umbau- bzw. Rückbaumaßnahmen am Ende des Lebenszyklus' des Gebäudes gibt das Modell genaue Auskunft über die verbauten Materialien, wodurch eine umwelt-schonende Entsorgung bzw. das Recycling von Baustoffen ermöglicht wird.

In der Sammlung und Weitergabe wichtiger Daten an den Bauherrn nehmen die COBie-Tabellenblätter eine bedeutende Rolle ein. COBie steht für Construction Operations Building Information Exchange und ist ein Standard, der die Struktur für Tabellenblätter, die alphanummerische Informationen (wie oben angeführt) für den Betrieb eines Gebäudes beinhalten, vorgeben. Welche Daten aus der Planung und der Bauausführung letztendlich für den Betrieb eines Gebäudes notwendig sind, ist mit Sicherheit eine Fragestellung, die durch zukünftige Forschungsarbeiten beantwortet werden muss, um das volle Potenzial – wie bereits oben beschrieben – von BIM im Gebäudebetrieb ausschöpfen zu können.

³⁷ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 7.

³⁸ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 7-10.

2.2 BIM-Software

In diesem Kapitel wird eine Übersicht über die derzeit am Markt verfügbare Software für Building Information Modeling gegeben. Die Recherche des Autors ergab ein weltweit sehr umfassendes Angebot an Programmen. Daher wird bei diesem Überblick kein Anspruch auf Vollständigkeit gestellt, es wird ein Auszug der vorhandenen Softwarepalette dargelegt.

Laut den Ausführungen der Wirtschaftskammer Österreich³⁹ gibt es eine hohe Vielfalt an BIM-fähiger Softwareprogrammen, die sich auf verschiedene Aspekte des Bauwesens konzentrieren. Während einige Programme einen Großteil des Planungsspektrums abdecken, sind andere Softwarelösungen auf bestimmte Teilgebiete (z. B. Architektur, Tragwerksplanung, Haustechnik) spezialisiert. Des Weiteren bietet der Markt Programme, die sich für Berechnungen in den Gebieten Statik, Gebäudetechnik, Energiebilanz oder Ausschreibung und Abrechnung eignen. Zusätzlich ist die Software für die Modellkontrolle notwendig. Diese kann entweder in der Modellersoftware oder in unabhängigen Programmen erfolgen. Für Visualisierungen des digitalen Modells stehen Viewer, in denen das Modell nicht verändert werden kann, zur Verfügung. Neben den Softwarelösungen für die angeführten Bereiche der Planung und Bauausführung gibt es Programme, die im Facility-Management, in Augmented Reality oder im Datenmanagement zur Anwendung kommen.⁴⁰ Die Übersicht in dieser Arbeit behandelt ausschließlich BIM-Software für die Planung und Bauausführung.

2.2.1 Planung und Bauausführung

Tab. 2.1 zeigt, dass der Markt mit keiner Software aufwartet, die alle Aspekte der Planung und Bauausführung alleine abdeckt. Die unterschiedlichsten Hersteller bieten eine Vielzahl an Produkten an, mit denen die einzelnen Gewerke abgearbeitet werden können. Am Markt sind Programme für folgende Gewerke verfügbar:⁴¹

- ◆ Architektur und Infrastruktur
- ◆ Haustechnik
- ◆ Tragwerksplanung und FEM
- ◆ Prüf- und Analysesoftware
- ◆ Kosten- und Terminplanung
- ◆ Planungs- und Baudokumentation

³⁹ vgl. Wirtschaftskammer Österreich Geschäftsstelle Bau, *Broschüre Building Information Modeling*, S.14, <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/BIM-Broschuere.pdf> (abgerufen am 11.10.2019).

⁴⁰ vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 48.

⁴¹ vgl. Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 49-50.

Tab. 2.1 listet Softwarelösungen für die verschiedenen Gewerke auf:

Tab. 2.1: BIM-Software für Planung und Bauausführung⁴²

Produkt	Hersteller
Architektur und Infrastruktur	
Revit	Autodesk
AutoCAD Architecture	Autodesk
Civil 3D	Autodesk
MicroStation	Bentley Systems
ArchiCAD	Graphisoft
Card/1	IB&T
Archline.XP ⁴³	IT-Concept Software GmbH
Allplan	Nemetschek
ProVI	Obermeyer
Novapoint	Trimble
Vectorworks	Vectorworks
Haustechnik	
Revit MEP	Autodesk
Bausoft Haustechnik-CAD ⁴⁴	Bausoft Informatik AG
ArchiCAD HKLSE-Modeller	Graphisoft
Allplan AX3000 Haustechnik	Nemetschek
DDS-CAD Elektro/SHKL	Nemetschek
MagiCAD	Progman
SOLAR-Computer Calculation	SOLAR-Computer
Plancal	Trimble
Stabicad ⁴⁵	Trimble
Tragwerksplanung	
Revit Structure	Autodesk
Aveva Bocad	Aveva Bocad
Allplan Ingenieurbau	Nemetschek
Tekla Structure	Trimble
FEM	
RFEM	Dlubal
RSTAB	Dlubal
Scia Engineer	Nemetschek
Sofistik	Sofistik
Prüf- und Analysesoftware	
Navisworks	Autodesk
DESITE MD	Ceapoint
RIB iTWO 5D	RIB Software
Solibri Model Checker	Solibri
Vico Office Suite	Trimble

⁴² Tabelle adaptiert von Goger, Piskernik, Urban, *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen*, S. 50-51.

⁴³ vgl. IT-Concept Software GmbH: <https://www.it-concept.at/produkte/archline-xp/> (abgerufen am 03.08.2019).

⁴⁴ vgl. Bausoft Informatik AG: <https://www.bausoft.ch/> (abgerufen am 03.08.2019).

⁴⁵ vgl. Stabiplan: <https://www.stabiplan.com/de-de/produkte/bim-software/stabicad-for-revit/> (abgerufen am 11.07.2019).

Kosten- und Terminplanung	
Bexel Manager ⁴⁶	Bexel Consulting
BIM4You	BRZ-Gruppe/BIB GmbH
isl-baustellenmanager	isl-kocher GmbH
Nevaris	Nemetschek
Nova AVA	NOVA Building IT GmbH
RIB iTWO 5D	RIB Software
STR Vision CPM ⁴⁷	TeamSystem SpA
Vico Office	Trimble
Planungs- und Baudokumentation	
AWARO	AirITSystems GmbH
BIM 360 Field	Autodesk
conject MI	Conject AG
Dalux Field	Dalux
Sharxx	novaCapta
PlanRadar	PlanRadar
Sablono	Sablono GmbH
docu tools	Sustain Solutions GmbH
Tekla BIMsight ⁴⁸	Trimble

Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit liegt auf der Abrechnung mit BIM, weshalb nachfolgend die verschiedenen Softwarelösungen, die sich mit dem Kostenaspekt eines Bauprojekts beschäftigen, näher betrachtet werden. Die in Kapitel 5 dokumentierten Mengenermittlungen werden modellbasiert durchgeführt. Das verwendete Gebäudemodell wird dafür in Autodesk Revit erzeugt. Die Berechnung der Mengen erfolgt anschließend in RIB iTWO. Auf die beiden im Zuge dieser Arbeit angewandten Softwareprodukte wird in den Kapiteln 2.2.2 und 2.2.3 genauer eingegangen.

Bexel Manager

Der Hersteller beschreibt auf seiner Homepage⁴⁹ Bexel Manager als eine BIM-Management-Software, die BIM-Dimensionen von 3D bis 6D unterstützt. Dadurch bietet das Programm Funktionen wie Designprüfungen, Mengenermittlungen und Kollisionserkennungen am 3D-Modell, Instrumente für die Zeit- und Kostenplanung am 4D- und 5D-Modell, sowie Werkzeuge wie das Anlagenmanagement oder die Wartungsplanung für das Facility Management am 6D-Modell. Bexel Consulting⁵⁰ verspricht durch die Verwendung der Software Vorteile in den Aspekten

- ◆ Projektkontrolle, da schon früh im Projekt wertvolle Informationen gesammelt werden,
- ◆ Risikovermeidung durch die hohe Informationsdichte am Projektbeginn,
- ◆ Zeit- und Kostenmanagement,

⁴⁶ vgl. Bexel Consulting: <https://bexelmanager.com/> (abgerufen am 03.08.2019).

⁴⁷ vgl. TeamSystem SpA: <https://www.strvision.com/> (abgerufen am 03.08.2019).

⁴⁸ vgl. Trimble Inc.: <https://www.tekla.com/tekla-bimsight/> (abgerufen am 09.07.2019).

⁴⁹ vgl. Bexel Consulting: <https://bexelmanager.com/software/> (abgerufen am 04.08.2019).

⁵⁰ vgl. Bexel Consulting: <https://bexelconsulting.com/products/> (abgerufen am 04.08.2019).

- ◆ Koordination der Projektbeteiligten durch einen intelligenten Informationsaustausch.

Für einen softwareunabhängigen Austausch von Daten und Informationen unterstützt der Bexel Manager IFC2x3 Coordination View Version 2.0.⁵¹

BIM4You

BIM4You der BRZ-Gruppe bzw. der dazugehörigen BIB GmbH ist zufolge deren Webseite⁵² eine Systemlösung für die Immobilienwirtschaft, die eine prozessorientierte Arbeitsweise aller Projektbeteiligten von der Entwicklung bis zum Betrieb ermöglicht. In Sachen Kosten bietet die Software eine BIM-basierte Kostenplanung sowie Budget- und Erlöscontrolling. Durch Bemusterung wird das digitale Modell mit einer Content-Datenbank verknüpft, wodurch das 3D-Modell um Zeit, Kosten und zusätzliche Informationen erweitert und zu einem 4D- bzw. 5D-Modell aufgestuft wird. Aufgrund der Nutzung der Content-Datenbank reduziert sich der Aufwand in der Modellerstellung und der Kostenermittlung. Bei nachträglichen Planänderungen werden die Auswirkungen auf Termine und Kosten unmittelbar im virtuellen Bauwerksmodell dargestellt. BIM4You erlaubt die Anwendung von Open BIM, da Gebäudemodelle im IFC-Standard importiert und bearbeitet werden können. Das Budget- und Erlöscontrolling erzielen eine transparente Übersicht über Ausgaben und Erträge des Projekts. Die Daten lassen sich dabei in andere Anwendungen wie z. B. Microsoft Excel oder gängige Systeme der Finanzbuchhaltung importieren und weiterverarbeiten.

isl-baustellenmanager

Das Grundmodul des isl-baustellenmanager lässt sich laut Herstellerhomepage⁵³ um Erweiterungsmodule ergänzen. Dabei handelt es sich um Module für Garten-, Landschafts-, Erd-, Straßen- und Tiefbaubetriebe, für Hochbaubetriebe und für große Infrastrukturprojekte. Die Software unterstützt die Projektbeteiligten bei der Kalkulation und bei der Abrechnung, konzentriert sich dabei bei allen Modulen auf Mengenermittlungen von Erdbaumassen, Baugruben, Außenanlagen und in der Kanalplanung. Darüber hinaus erläutert die isl-kocher GmbH,⁵⁴ dass sich die im Hochbau verwendeten 3D-Modelle, die für die Mengenermittlung herangezogen werden, meist auf die reinen Hochbauarbeiten beschränken. Mit dem isl-baustellenmanager soll die Arbeitsweise zukünftig auf die Bereiche Baugruben und Außenanlagen übertragen werden. Dies wird ermöglicht, indem schon in der Angebotsphase auf Basis von PDF-Dateien oder eingescannten Plänen 3D-Modelle erstellt werden, die Mengen exakt berechnen. Diese werden im Anschluss für die Preiskalkulation verwendet. Durch die grafische Mengenermittlung nach der Erstellung eines Bestandsplans erfolgt die Abrechnung automatisch in einem Arbeitsgang.

⁵¹ vgl. buildingSMART International: <https://www.buildingsmart.org/compliance/software-certification/certified-software/> (abgerufen am 04.08.2019).

⁵² vgl. BIB GmbH: <https://www.bib-gmbh.de/software/> (abgerufen am 10.07.2019).

⁵³ vgl. isl-kocher GmbH: <https://www.isl-kocher.com/> (abgerufen am 10.07.2019).

⁵⁴ vgl. isl-kocher GmbH: <https://www.isl-kocher.com/hochbau/produkte-hochbau.html> (abgerufen am 10.07.2019).

Nevaris

Nevaris der Nemetschek Gruppe ist eine durchgängige Softwarelösung für die Baukostenplanung und die Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA), bei der die Mengen für die Kostenberechnung oder Ausschreibung grafisch aus dem digitalen Gebäudemodell ermittelt werden.⁵⁵ Der Hersteller⁵⁶ führt in seiner Produktbroschüre die Nutzung der Software über den gesamten AVA-Prozess aus. In der Ausschreibungsphase lassen sich vollständige und normgerechte Leistungsverzeichnisse in allen Einzelstufen erstellen. Auf Positionen aus Katalogen und bestehenden Leistungsverzeichnissen kann problemlos zugegriffen werden. Die Mengen der einzelnen LV-Positionen werden unmittelbar dem Bauwerksmodell entnommen. Im Vergabeprozess ermöglicht Nevaris den Vergleich der Angebote der jeweiligen Bieter bis auf Positionsniveau. So können Unterschiede der einzelnen Angebote erkannt werden. Zum Abschluss des AVA-Verfahrens unterstützt das Programm die Aufmaß- und Abrechnungsprüfung. Eingangsrechnungen und Abrechnungsdaten werden importiert und deren Mengenansätze kontrolliert. Notwendige Korrekturen können in Ansatzzeilen nachvollziehbar durchgeführt werden und Nevaris stellt die unmittelbaren Auswirkungen auf das Gesamtergebnis dar. Der Auftragnehmer erhält alle Abänderungen in Form eines Korrekturprotokolls übermittelt. Die Software bietet zudem einen ständigen Überblick über den Anteil der bereits abgerechneten Auftragsmenge, eventuelle Überschreitungen der Auftragsmenge durch den grafischen Vergleich mit der Abrechnungsmenge, sowie eine Nachtragsverwaltung.

Nova AVA

Gemäß den Angaben auf der Herstellerwebseite⁵⁷ ist Nova AVA das erste modellbasierte Baukostenmanagement-Programm, das allerorts und jederzeit online per Browser abgerufen werden kann. Das Programm setzt auf den Open BIM-Standard und unterstützt IFC2x3 Coordination View Version 2.0. Der AVA-Prozess und die Terminplanung lassen sich mit der Software vollständig am 3D-Modell durchführen und nachvollziehen, jedoch werden die für Kostenermittlungen und Abrechnung notwendigen Mengenermittlungen nicht automatisiert aus dem Modell abgeleitet, sondern müssen selbst mittels Formeln in das Programm eingegeben werden.⁵⁸

STR Vision CPM

Mit der Software STR Vision CPM lassen sich laut Internetauftritt⁵⁹ des Herstellers die Planungs- und Ausführungsphase überwachen und Informationen mit anderen Projektbeteiligten austauschen. Das Programm unterstützt vor allem für die Informationsübermittlung das Datenformat IFC2x3. Der integrierte IFC-Viewer ermöglicht es, qualitative und quantitative Eigenschaften des

⁵⁵ vgl. Allplan Österreich GmbH: <https://www.allplan.com/at/unterstuetzende-loesungen/nevaris/> (abgerufen am 10.07.2019).

⁵⁶ vgl. Nevaris Bausoftware GmbH: https://www.nevaris.com/wp-content/uploads/2018/11/nevaris_build_ava_produktdokumentation.pdf (abgerufen am 10.07.2019).

⁵⁷ vgl. NOVA Building IT GmbH: <https://bim4ava.de/> (abgerufen am 04.08.2019).

⁵⁸ vgl. NOVA Building IT GmbH: <https://avanova.de/abrechnung> (abgerufen am 04.08.2019).

⁵⁹ vgl. TeamSystem SpA: <https://www.strvision.com/str-vision-cpm/> (abgerufen am 04.08.2019).

Modells auszuweisen. Dies erzielt beispielsweise eine schnelle und präzise automatisierte Mengenermittlung aus dem Modell für die Abrechnung.⁶⁰ Weitere durch STR Vision CPM unterstützte Aspekte eines Bauprojekts sind:⁶¹

- ◆ Ausschreibung
- ◆ Baukostenschätzung
- ◆ Baukostenkontrolle
- ◆ Terminplanung
- ◆ Preislistenmanagement

Vico Office

2D-Zeichnungen und 3D-Modelle aus den gängigen Modellierungsprodukten wie ArchiCAD, Tekla, Revit oder AutoCAD Architecture können laut Herstellerhomepage⁶² in Vico Office integriert und mit Hilfe mehrerer Module auf einer Benutzeroberfläche bearbeitet werden. Die unterschiedlichen Module ermöglichen beispielsweise eine standortbezogene Terminplanung, wodurch ein stabiler Fluss und eine optimale Auslastung der gesamten Baustelle gewährleistet wird. Darüber hinaus kann durch Verknüpfung des Modells mit dem Zeitplan eine 4D-Simulation des Terminplans mit Ressourcen nach Standort dargestellt werden. Des Weiteren bieten die Module von Vico Office eine automatische Mengenextraktion aus den 2D-Plänen und 3D-Modellen. Infolge einer Kombination mit den Preisen für Arbeit, Material, etc. erleichtert sich das Finanzmanagement hinsichtlich Kostenermittlung und -verfolgung sowie Abrechnung erheblich.

2.2.2 Autodesk Revit

Revit ist eine speziell für Building Information Modeling entwickelte Planungssoftware der Firma Autodesk, die Funktionen für architektonische Planung und Konstruktion, Ingenieurbau, Gebäudetechnik und die Bauausführung beinhaltet.⁶³ Das Programm unterstützt den multidisziplinären Planungsprozess mit den zur Verfügung stehenden Funktionen und nutzt den modellbasierten Prozess zum Planen, Entwerfen, Konstruieren und Verwalten von Bauwerken.⁶⁴

Der folgende Abschnitt gibt eine Übersicht der grundlegenden Funktionen von Autodesk Revit, welche auf der Herstellerhomepage⁶⁵ beschrieben sind.

Parametrische Bauteile

Unter „parametrischer Modellierung“ sind die in einem Projekt vorherrschenden Beziehungen zwischen allen Elementen zu verstehen. Diese Beziehungen werden vom Programm selbst oder vom Nutzer erstellt und realisieren die Koordinierung und Änderungsverwaltung. Durch diese

⁶⁰ vgl. TeamSystem SpA: <https://www.strvision.com/bim-accounting/> (abgerufen am 04.08.2019).

⁶¹ vgl. TeamSystem SpA: <https://www.strvision.com/str-vision-cpm/> (abgerufen am 04.08.2019).

⁶² vgl. Exigo A/S: <https://vicooffice.dk/de/> (abgerufen am 10.07.2019).

⁶³ vgl. CADsys GmbH: <https://www.cadsys.de/files/download/Sonstiges/fy19-revit-awareness-dach-ebook-de.pdf> (abgerufen am 11.07.2019).

⁶⁴ vgl. Cadac Group: https://www.cadac.com/media/5358/autodesk-revit2018-brochure_evergreen_v3.pdf (abgerufen am 11.07.2019).

⁶⁵ vgl. Autodesk, Inc.: <https://www.autodesk.de/products/revit/features> (abgerufen am 11.07.2019).

Funktion wird ermöglicht, dass bei einer Änderung eines beliebigen Elements zu einem beliebigen Zeitpunkt und an einer beliebigen Stelle, diese Änderung von Revit automatisch durchgängig über das gesamte Projekt vollzogen wird. So bleibt beispielsweise bei einer Verschiebung einer Außenwand die Verbindung dieser Wand mit einer Geschossdecke oder einem Dach erhalten. Die Software bietet die Möglichkeit, die von Änderungen betroffenen Elemente zu definieren und diese zu modifizieren, wodurch der Arbeitsprozess erheblich erleichtert wird.

Teamarbeit

Unter Teamarbeit wird eine Modellierungsmethode verstanden, die auf Arbeitsteilung abzielt und dabei Projekte in unterschiedliche Funktionsbereiche unterteilt. Diese Funktionsbereiche können in der Architektur beispielsweise für Innen- und Außenbereiche definiert werden, während in der gebäudetechnischen Planung nach Lüftung, Elektro, Sanitär, etc. unterschieden werden kann. Die verschiedenen Funktionsbereiche werden zur Bearbeitung je nach fachlicher Kompetenz auf mehrere Teammitglieder verteilt. Um allen Mitgliedern die Arbeit am selben Bauwerksmodell zu ermöglichen, können Revit-Projekte in einzelne Bearbeitungsbereiche unterteilt werden. Dafür wird ein zentrales Projektmodell erstellt. Die Mitarbeiter bearbeiten simultan lokale Kopien des zentralen Projektmodells. Durch die Verteilung der Bearbeitungsbereiche auf die Teammitglieder werden Zuständigkeitsbereiche klar abgegrenzt, denn die Bearbeitung der Objekte in den jeweiligen Bereichen ist nur für das verantwortliche Teammitglied möglich. Die Änderungen der lokalen Kopien werden in vordefinierten Zeitabständen im zentralen Projektmodell synchronisiert, wodurch andere Mitglieder stets auf alle aktualisierten Bereiche einsehen können. Dadurch können Kollisionen und Widersprüche schon frühzeitig verhindert werden. Abb. 2.5 illustriert die beschriebene Arbeitsteilung.

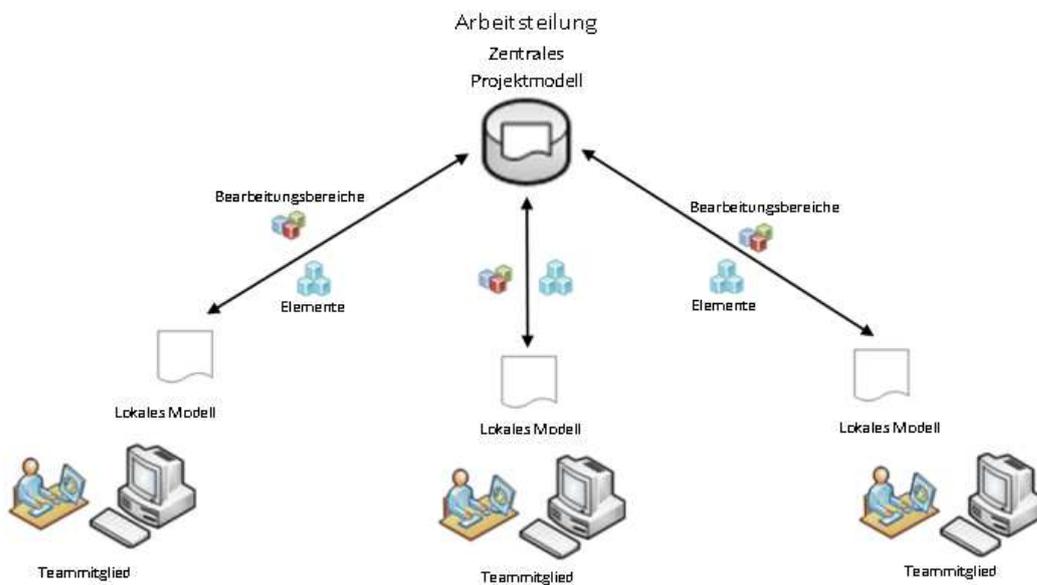


Abb. 2.5: Nutzung eines zentralen Projektmodells der Teammitglieder⁶⁶

⁶⁶ Abbildung von Autodesk, Inc.: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/Cloud-Help/cloudhelp/2020/DEU/Revit-Collaborate/files/GUID-0FC44807-DF06-4516-905A-4100281AC486-htm.html> (abgerufen am 11.07.2019).

Sollte die Zusammenarbeit über mehrere Unternehmen verteilt erfolgen, sind vertragliche Vereinbarungen hinsichtlich der Modellinhalte, der Modellqualität und der Prozessabläufe, im Speziellen in Bezug auf die Modellübergabe, unerlässlich.⁶⁷

Bauteillisten

Revit bietet eine automatische Mengenermittlung und Analyse von verwendeten Bauteilen und Materialien in einem Projekt. Aufbauend darauf können direkt im Programm Bauteillisten und Materiallisten erstellt werden.

Interoperabilität und IFC

Der IFC-Datenaustausch ist mit Revit realisierbar, da die Software sowohl den Import als auch den Export dieses Datenformats ermöglicht. Für den Importvorgang (zum Öffnen oder Verknüpfen einer IFC-Datei) unterstützt Revit die Versionen IFC2x3, IFC2x2 und IFC2x. Der Import zur ausschließlichen Verknüpfung ist auch mit der Version IFC4 möglich. Der Export wird mit den Normen IFC4, IFC2x3 und IFC2x2 unterstützt. Im IFC-Format exportierte Gebäudemodelle können in Programmen, die das RVT-Dateiformat nicht unterstützen, geöffnet und bearbeitet werden. Die Beschreibung der in Revit erstellten Gebäudeobjekte erfolgt mit Hilfe von IFC-Klassen. Für den Großteil der Revit-Standardelemente stehen passende Klassen zur Verfügung, daher können diese ohne besonderen Nutzereingriff exportiert werden. Elemente, für die es keine entsprechenden IFC-Klassen gibt, müssen vor dem Export solchen zugewiesen werden.

Mit den im Exportvorgang auftretenden Verlusten von Informationen beschäftigt sich diese Arbeit in den Mengenermittlungen in Kapitel 5. Genaue Erläuterungen zum Aufbau von IFC-Dateien und zu den verschiedenen Versionen folgen in Kapitel 2.3.

Zusatzmodule

Autodesk bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten, das Revit-Basispaket um Lösungen von Drittanbietern, Zusatzmodulen und Inhaltsbibliotheken zu erweitern.

Globale Parameter

Projektparameter werden zur einfachen Auswahl von Elementen, die zusammengefasst werden sollen, verwendet, um die Erstellung von Bauteillisten, die Sortierung und Filterung zu erleichtern.

Neben den aufgezählten Grundfunktionen bietet Revit noch zahlreiche Zusatzfunktionen in den verschiedenen Disziplinen der

- ◆ Architektur,
- ◆ Tragwerksplanung und Fertigung,
- ◆ gebäudetechnischen Planung und Fertigung,

sowie der Bauausführung.

⁶⁷ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 10.

2.2.3 RIB iTWO

Strotmann⁶⁸ beschreibt das Programm iTWO der Firma RIB als Softwarelösung für Prozesse der Ausschreibung, Vergabe und Abrechnung (AVA) von Bauleistungen und der Steuerung des Bauablaufs. Dabei wird modellorientiert gemäß der Idee von BIM gearbeitet (siehe Kapitel 2.1). RIB entwickelt iTWO sowie andere Produkte ständig weiter und erweitert die angeführten Funktionen um weitere Anwendungsmöglichkeiten. Die Anwendungsgebiete, die von RIB aktuell abgedeckt werden, sind in Abb. 2.6 dargestellt.



Abb. 2.6: Anwendungsbereiche von RIB-Software⁶⁹

Folgender Abschnitt konzentriert sich auf die AVA-Prozesse bzw. im Speziellen auf die Mengenermittlung und Abrechnung, die für diese Arbeit essentiell sind.

Mengenermittlung

Die Mengenermittlung in iTWO ist, so Strotmann⁷⁰ weiter, für die Kalkulation und Abrechnung von großer Bedeutung, weshalb dieser Punkt durchaus in den betreffenden Erläuterungen auf den Seiten 26-28 genannt werden könnte. Da die Mengenermittlung in dieser Arbeit jedoch eine entscheidende Rolle einnimmt, wird diese Thematik als ein eigener Abschnitt herausgearbeitet. Das Herzstück der modellbasierten Mengenermittlung sind die sogenannten QTO-Formeln. QTO steht für „Quantity Take Off“, was zu Deutsch „Aufmaß“ bedeutet. Damit lassen sich Mengeneinheiten einzelner Positionen aus dem LV berechnen. iTWO führt den Software-Anwender mit einem Eingabeassistenten durch die Erstellung der QTO-Formeln. Dieser Assistent gibt eine Auswahl an Parameterschlüsseln, die den Typ der Berechnungsart definieren. Durch eine Aneinanderreihung von Parameterschlüsseln, die durch ein Semikolon voneinander getrennt werden, ergibt sich die Mengenabfrage. Der grundlegende Aufbau einer QTO-Formel wird in Abb. 2.7 dargestellt.

⁶⁸ vgl. Strotmann, *AVA – modellbasiert mit iTWO unter Verwendung eines Revitmodells*, (Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018), S. 1.

⁶⁹ Abbildung von RIB Software SE: <https://www.rib-software.com/loesungen/> (abgerufen am 29.03.2020).

⁷⁰ vgl. Strotmann, *AVA – modellbasiert mit iTWO unter Verwendung eines Revitmodells*, S. 75.

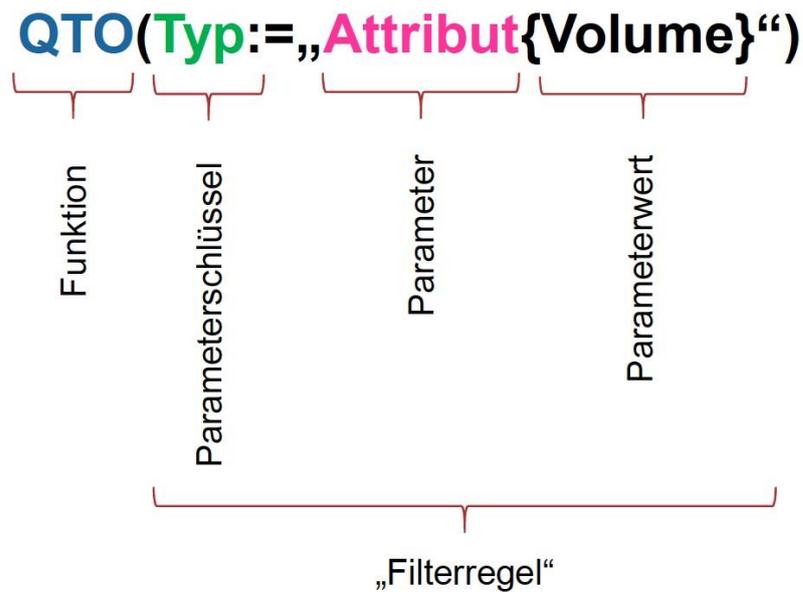


Abb. 2.7: Grundaufbau einer QTO-Formel⁷¹

Die Kalkulation oder Abrechnung von Bauleistungen erfolgt in der Regel nach Positionen, die durch Bauteiltypen (z.B. Decken, Stützen, Wände, etc.), Materialien oder andere Merkmale definiert werden. Daher muss die Mengenermittlung für die von der Position vorgegebenen Definitionen differenziert durchgeführt werden. Das 5D Institut⁷² nennt dazu mehrere Möglichkeiten: Eine Option ist die Verwendung von Auswahlgruppen. Diese werden im Modul „Ausstattung“, in dem sämtliche notwendigen Teilleistungen für die Errichtung eines Bauwerks aufgelistet sind, durch die Angabe der maßgeblichen Beschreibungen und Merkmale, die mit dem importierten Modell idealerweise überliefert werden und mit denen sich eine gewünschte Auswahlgruppe definieren lässt, erstellt. Um bei der Bauteilart zu bleiben, können z. B. Auswahlgruppen für Stahlbetonstützen, Mauerwerkswände, etc. geschaffen werden. Die Auswahlgruppen können im Anschluss mit Teilleistungen des Leistungsverzeichnisses verknüpft werden. Die Zuweisung von Bauteilen zu Positionen muss aber nicht unbedingt durch die Erzeugung von Auswahlgruppen erfolgen, sondern kann auch mittels manueller Bemusterung durchgeführt werden. Hierbei werden die betreffenden Bauteile direkt im Modell markiert und per drag-and-drop einer Position zugeordnet. Eine weitere Möglichkeit bietet die LV-Verknüpfung mittels Matchkeys (=Übereinstimmungsschlüssel). Diesen Vorgang beschreiben Hacker und Sedlmair⁷³ als Einführung eines softwareeigenen Parameters, der den Bauteilen in Revit als Exemplar- oder Typenparameter zugewiesen werden muss. Dieser Parameter muss exakt die Bezeichnung „cpiFitMatchKey“ aufweisen, dann scheint das Attribut automatisch unter den cpi-Attributen in iTWO auf. Um die Bauteile mit dem LV zu verknüpfen, ist in der Spalte „MatchKeys“ der vergebene Wert des Parameters bei

⁷¹ Abbildung von 5D Institut GmbH, Vortrag „5D Probefahrt“ und Ausblick auf weitere modellbasierte Prozesse (5D Institut GmbH, 27.11.2018), Folie 62.

⁷² vgl. 5D Institut GmbH, Vortrag „5D Probefahrt“ und Ausblick auf weitere modellbasierte Prozesse, Folie 50.

⁷³ vgl. Hacker, Sedlmair, *BIM-basierte Ausschreibung*, S. 20, https://www.cms.bgu.tum.de/images/teaching/abim_seminar/Report_Hacker_Sedlmair_BIM-based_Tendering_mod.pdf (abgerufen am 08.10.2019).

der entsprechenden Teilleistung einzutragen. Dadurch werden alle Bauteile mit dem entsprechenden Wert bei der Mengenermittlung berücksichtigt.

Kalkulation und Kostenplanung

Für das Unternehmen RIB Software SE⁷⁴ stellt die Grundlage für die modellbasierte Bearbeitung eines Projekts die Integrierung von 3D-Geometriedaten, die für die weitere Verarbeitung und die Projektsteuerung eine Erweiterung auf ein 5D-Modell erfahren, dar. Nach Festlegung der Ausstattung eines Objekts liefert die anschließende Mengenabfrage in iTWO exakte Mengen sowie ausführungsgerechte Detailmengen, wie z. B. Schalung. Anhand der ermittelten Mengen können Leistungsverzeichnisse erzeugt werden. Die alphanumerischen Zusammenhänge können laut Entwickler durch einen 3D-Viewer am iTWO-Projektmodell stets grafisch nachvollzogen werden. Die Kostenermittlung erfolgt nach allgemeinen Kennwerten, Normen oder frei definierten Kostengliederungsstrukturen. Zusätzliche Hilfsmittel sind Möglichkeiten zum Anlegen von Kostenkontroll-einheiten, zur Gegenüberstellung von Kostenansätzen, Vergabesummen und Budgetdeckung, zur Erstellung eines Raumbuches, sowie zur Ermittlung von für das Management nützlichen Kennwerten.

Ausschreibung

RIB⁷⁵ skizziert die Ausschreibungsphase folgendermaßen: Der Auftraggeber erstellt zunächst in der Regel ein Leistungsverzeichnis, das die einzelnen Teilleistungen angibt. Anhand dieses LVs holt der Auftraggeber Angebote von potenziellen Auftragnehmern ein. Mit Hilfe von Funktionen wie einer intelligenten, referenzierenden Mengenermittlung, einem Änderungsassistenten oder einem integrierten Prüfprotokoll mit Korrekturfunktion lassen sich in iTWO LVs für Projekte aller Größen erzeugen. Weitere hilfreiche Werkzeuge sind Preis- und Textdatenbanken, durch die sich Daten aus laufenden oder abgeschlossenen Projekten jederzeit abrufen lassen, um diese für Vergleiche heranzuziehen. Selbst während der LV-Erstellung können Mengenermittlungen durch das Modell visuell dargestellt werden, wodurch sich der Aufwand und das Fehlerrisiko minimieren. Selbst wenn iTWO die Erstellung eines LVs ermöglicht, stellt sich für die Zukunft die Grundsatzfrage, ob LVs und in der Folge standardisierte LV-Positionen überhaupt noch benötigt werden. Speziell unter Anwendung des „Design & Build“-Prinzips, das auf Seite 13 erläutert wird, ergibt sich die Perspektive vollkommen auf ein LV zu verzichten und die AVVA-Prozesse umfassend mit Hilfe eines digitalen Bauwerksmodells umzusetzen. Zur Realisierung dieser Zukunftsvision erfordert es neben der Schaffung einer Normung der Abläufe und eines rechtlichen Rahmens vor allem ein radikales Umdenken aller Beteiligten in der Baubranche, da das LV aktuell die Grundlage zur Abwicklung von Bauprojekten bildet und ein Verzicht darauf wohl für den Großteil der Mitwirkenden derzeit unvorstellbar wäre. Bedenken des Autors zum Verzicht von LVs werden im Ausblick in Kapitel 6.2 diskutiert.

⁷⁴ vgl. RIB Software SE: *iTWO für AVA, Planung, Kostenmanagement, Modellbasierte Projektsteuerung*, S. 6-7, https://www.rib-software.com/fileadmin/user_upload/service-support/downloads/itwo/RIB-iTWO-Planen-2017-WEB.pdf (abgerufen am 26.07.2019).

⁷⁵ vgl. RIB Software SE: *iTWO für AVA, Planung, Kostenmanagement, Modellbasierte Projektsteuerung*, S. 8, https://www.rib-software.com/fileadmin/user_upload/service-support/downloads/itwo/RIB-iTWO-Planen-2017-WEB.pdf (abgerufen am 26.07.2019).

Vergabe

Die anschließende Vergabephase läuft gemäß RIB⁷⁶ wie folgt ab: Während der Auftrag bei öffentlichen Auftraggebern nach Einlangen der Angebote an den Bestbieter vergeben wird, haben private Auftraggeber die Möglichkeit, eingegangene Angebote in einem Preisspiegel darzustellen und mit Angeboten anderer Bieter oder der eigenen Kalkulation zu vergleichen. Für Vergabeverhandlungen lassen sich zu jedem Bieter Vergleichslisten bezüglich Mittel- und Idealpreis erzeugen. Verhandlungsergebnisse von bestimmten Positionen können auf diesen protokolliert werden. Die Abgabe von Nebenangeboten und beschreibenden Kommentaren werden von der Software berücksichtigt.

RIB unterstützt zudem das elektronische Vergabeverfahren und den vollständigen Prozess der verwaltungs- und vergaberechtskonformen Durchführung von Ausschreibungen über Ausschreibungs- und Bekanntmachungs-Plattformen. Dafür gibt es beispielsweise in Deutschland seit 2003 die internetbasierte e-Vergabepattform⁷⁷ „RIB iTWO e-Vergabe public“. Für eine reibungsfreie Anwendung dieser Plattform wird diese in RIB-Produkte, sowie in zahlreiche Programme anderer Anbieter integriert. Öffentliche und private Auftraggeber haben dadurch die Möglichkeit, das Ausschreibungs- und Vergabeverfahren von der Bekanntgabe bis zur Zuschlagserteilung in elektronischer Form auf einer einzigen Plattform abzuwickeln. Im Zuge der Recherche des Verfassers konnte jedoch keine übergreifende Verwendung dieser Plattform in Österreich festgestellt werden.

Vertrag

Gemäß der Homepage von RIB⁷⁸ bietet iTWO derzeit ein Vertragsmanagement zur Überwachung von Bauaufträgen. Eine vollständige Abwicklung der Vertragserstellung in iTWO kann nach intensiver Recherche des Autors nicht festgestellt werden. Um den gesamten AVVA-Prozess in iTWO abwickeln zu können, ist aus der Sicht des Autors hinsichtlich dieses Umstandes eine Verbesserung der Software notwendig.

Projektsteuerung

Laut der Wirtschaftskammer Österreich⁷⁹ setzt sich das Projektmanagement aus Projektleitung und Projektsteuerung zusammen, wobei in der Projektsteuerung Bauherrenaufgaben bearbeitet werden, die delegierbar sind. Dabei bereitet die Projektsteuerung auf, schlägt vor, berichtet und dokumentiert.

⁷⁶ vgl. RIB Software SE: *iTWO für AVA, Planung, Kostenmanagement, Modellbasierte Projektsteuerung*, S. 9, https://www.rib-software.com/fileadmin/user_upload/service-support/downloads/itwo/RIB-iTWO-Planen-2017-WEB.pdf (abgerufen am 26.07.2019).

⁷⁷ vgl. RIB Software SE: <https://www.vergabe.rib.de/uebersicht-6/> (abgerufen am 30.07.2019).

⁷⁸ vgl. RIB Software SE: <https://www.rib-software.com/loesungen/> (abgerufen am 29.03.2020).

⁷⁹ vgl. Wirtschaftskammer Österreich Geschäftsstelle Bau: *Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen Band 04 – Projektmanagement*, S. 3-5, <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/band-4-projektmanagement.pdf> (abgerufen am 24.03.2020).

Die Aufgaben erstrecken sich in der Projektvorbereitung, der Planung, der Ausführungsvorbereitung, der Ausführung und im Projektabschluss über folgende Bereiche:

- ◆ Organisation, Information, Koordination und Dokumentation
- ◆ Qualitäten und Quantitäten
- ◆ Kosten und Finanzierung
- ◆ Termine und Kapazitäten

RIB⁸⁰ ermöglicht in iTWO eine Planung des Bauablaufs und eine Übersicht der Ressourcen anhand einer Visualisierung und Simulation von Mengen, Kosten und des Bauzustands über eine Zeitschiene. Durch Hinterlegung von Kalendern aus Programmen von Drittanbietern, oder durch den Import von externen Terminplänen ergibt sich eine Ablauf- und Terminplanung für die Baustelle. Die Teilleistungen aus dem LV werden hierbei den einzelnen Vorgängen visuell zugeordnet. Anhand der den Vorgängen zugeordneten Ressourcen, Ausgaben und Einnahmen lassen sich detaillierte Ressourcen- bzw. Kostenübersichten erstellen, die für die Projektsteuerung herangezogen werden können. Diese Hilfsmittel unterstützen die Bauleitung z. B. in der Personal- oder Materialdisposition und geben Auskunft über Kosten, Erlöse und Liquidität.

Abrechnung

Für die Abrechnung sind in RIB⁸¹ iTWO eine Auftrags-, Rechnungs-, und Zahlungsverwaltung implementiert, wodurch der Abrechnungsstand jederzeit ersichtlich ist und Soll-Ist-Vergleiche ermöglicht werden. Der resultierende Erfüllungsstand wird ebenfalls angezeigt. Teilrechnungen, die an verschiedene Rechnungsempfänger ergehen, lassen sich einfach erstellen. Hierbei können Abzüge nach Vergabeeinheit, Kostengruppe oder Raum differenziert errechnet werden. Im Benutzerhandbuch des Herstellers⁸² wird beschrieben, dass Abzüge und Zuschläge als prozentuale Anteile oder feste Werte selbstständig festgelegt werden können. Diese werden am Schlussblatt der Rechnung dargelegt. Die Abrechnung wird auf Basis des LVs erstellt und bietet eine vollständige Auftragsverwaltung, die alle gestellten Rechnungen und eingegangenen Zahlungen eines Auftrages darstellt und offene Differenzbeträge ausweist.

⁸⁰ vgl. RIB Software SE: *iTWO für AVA, Planung, Kostenmanagement, Modellbasierte Projektsteuerung*, S. 10, https://www.rib-software.com/fileadmin/user_upload/service-support/downloads/itwo/RIB-iTWO-Planen-2017-WEB.pdf (abgerufen am 31.07.2019).

⁸¹ vgl. RIB Software SE: *iTWO für AVA, Planung, Kostenmanagement, Modellbasierte Projektsteuerung*, S. 10, https://www.rib-software.com/fileadmin/user_upload/service-support/downloads/itwo/RIB-iTWO-Planen-2017-WEB.pdf (abgerufen am 31.07.2019).

⁸² vgl. RIB Software SE, *iTWO Benutzerhandbuch: Abrechnung und Prüfrechnung*, (RIB Software SE, 2018), S. 9.

2.3 Industry Foundation Classes (IFC)

buildingSMART⁸³ definiert als IFC ein herstellerunabhängiges Datenformat, das eine einheitliche Grundlage für den Austausch von Bauwerksinformationen bietet. Das IFC-Datenformat ist seit 2013 als ISO-Standard (ISO 16739:2013) spezifiziert. Die dahinterliegende Datenstruktur bezieht aktuell Anforderungen des Hochbaus ein, in Zukunft sollen auch Anforderungen des Infrastrukturbaus berücksichtigt werden. Beinahe alle BIM-Applikationen sind heute in der Lage mit IFC zu arbeiten. Dadurch wird den Projektbeteiligten eine softwareunabhängige Zusammenarbeit ermöglicht.

2.3.1 IFC-Dateiformate

Die unterschiedlichen Arten an IFC-Dateiformaten können der folgenden Aufzählung entnommen werden:⁸⁴

- ◆ .ifc (Standardformat)
- ◆ .ifcZIP (komprimierte IFC-Datei mit kleinerer Dateigröße, die entpackt werden kann, sodass die unkomprimierte Datei wieder sichtbar wird)
- ◆ .ifcXML (spezielles Format für Anwendungen, die IFC nicht unterstützen – Daten können mit der XML-Struktur für Berechnungen extrahiert werden)
- ◆ .ifcXMLZIP (komprimierte ifcXML-Datei)

2.3.2 IFC-Versionen

Die Firma Autodesk⁸⁵ führt in ihrem „Revit IFC Handbuch“ an, dass IFC von der Organisation buildingSMART stetig weiterentwickelt wird, weshalb immer wieder neue Versionen erscheinen. Die derzeit neueste Version IFC4 erlaubt u. a. eine verbesserte Beschreibung komplexer Geometrien. Die folgende Auflistung nennt die bisher veröffentlichten Versionen in chronologischer Reihenfolge:

- ◆ IFC1.0
- ◆ IFC1.5
- ◆ IFC1.5.1
- ◆ IFC2.0
- ◆ IFC2x2
- ◆ IFC2x3
- ◆ IFC4

⁸³ vgl. buildingSMART Austria: <https://www.buildingsmart.co.at/wp-content/uploads/2018/03/PresseinfobSAT.pdf> (abgerufen am 31.07.2019).

⁸⁴ vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 6, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

⁸⁵ vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 6, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

Autodesk Revit unterstützt nur mehr die Versionen IFC2x2, IFC2x3 und IFC4. Da im Zuge dieser Arbeit Revit zur Anwendung kommt, werden im folgenden Abschnitt auch nur diese Versionen genauer behandelt.

2.3.3 Model View Definition

Zusätzlich zu den Dateiformaten und den Versionen ist gemäß Autodesk⁸⁶ die Model View Definition (MVD) für die Weiterverwendung einer IFC-Datei von großer Bedeutung. Ziel der MVDs ist der effiziente Datenaustausch von Modellen unter Rücksichtnahme der für die weiteren Projektbeteiligten relevanten Gebäudeinformationen. Während z. B. ein Fachmodell für die Tragwerksplanung gezielte Informationen zu tragenden Gebäudeelementen und Öffnungen benötigt, bedürfen Modelle für die Übergabe an ein FM-System grundlegende geometrische und räumliche Informationen, sowie spezifische Bauteilattribute. Dieser unterschiedliche Bedarf an Informationen wird durch die MVDs berücksichtigt. Im folgenden Abschnitt werden die von buildingSMART vordefinierten MVDs in Revit beschrieben.

IFC4: Model Reference View

Diese MVD dient in der Auffassung von Autodesk⁸⁷ der allgemeinen Übergabe eines Referenzmodells an Fachplaner in der Version IFC4. Das bereitgestellte IFC-Modell ermöglicht die Koordination und modellbasierte Mengenermittlung, eignet sich aber nicht zur Weiterverarbeitung der Geometrie, da das Modell nur die notwendigsten geometrischen Definitionen enthält. Es handelt sich um eine Referenz, die durchaus detailliert sein, jedoch nicht verändert werden kann.

IFC4: Design Transfer View

Design Transfer View, das mit IFC4 eingeführt wurde, dient laut Autodesk⁸⁸ dem Import und der Weiterverarbeitung des Modells in einer anderen BIM-fähigen Software. Die Übertragung von komplexen Zusammenhängen und der Parametrik ist beschränkt möglich, daher ist mit Datenverlusten zu rechnen.

IFC2x3 Coordination View Version 2.0

Der Coordination View 2.0 (CV 2.0) ist die derzeit am weitesten verbreitete und unterstützte MVD, die den koordinierten Austausch von digitalen Gebäudemodellen zwischen den Hauptdisziplinen des Bauwesens (Architektur-, Gebäudetechnik- und Ingenieurbaumodelle) realisiert.⁸⁹

⁸⁶ vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 7, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

⁸⁷ vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 7, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

⁸⁸ vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 8, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

⁸⁹ vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 8, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

IFC2x3 Coordination View

Dabei handelt es sich um die ältere, auf der Modelldefinition Coordination View basierende Exportversion, die noch in älteren Produktversionen verwendet wird.⁹⁰

IFC2x3 GSA Concept Design BIM 2010

Diese Variante dient zum Senden von Dateien an die US Government Services Administration, wobei zusätzliche Eigenschaften auf Basis von Spezifikationen und Anforderungen amerikanischer Institute und Verbände (z. B. American National Standard Institute, Building Owners Management Association, etc.) aufgenommen werden.⁹¹

IFC2x3 Basic FM HandOver View

Autodesk⁹² zufolge stellt diese MVD alphanumerische Attribute über eine Datenbank bereit, die für die Verwaltung von Gebäuden von hoher Relevanz sind. Daher eignet sich der Basic FM HandOver View für das FM und die Weiterverwendung des Modells in CAFM-Programmen, da die dabei verwendeten Bauwerksmodelle nur in geringem Maße grafische Informationen benötigen.

⁹⁰ vgl. Autodesk, Inc.: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloud-help/2018/DEU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-E029E3AD-1639-4446-A935-C9796BC34C95-htm.html> (abgerufen am 07.08.2019).

⁹¹ vgl. Autodesk, Inc.: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloud-help/2018/DEU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-E029E3AD-1639-4446-A935-C9796BC34C95-htm.html> (abgerufen am 07.08.2019).

⁹² vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 8, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

2.3.4 IFC-Aufbau

Digitale Bauwerksmodelle im IFC-Datenformat werden gemäß der in Abb. 2.8 dargestellten vordefinierten IFC-Baumstruktur aufgebaut.

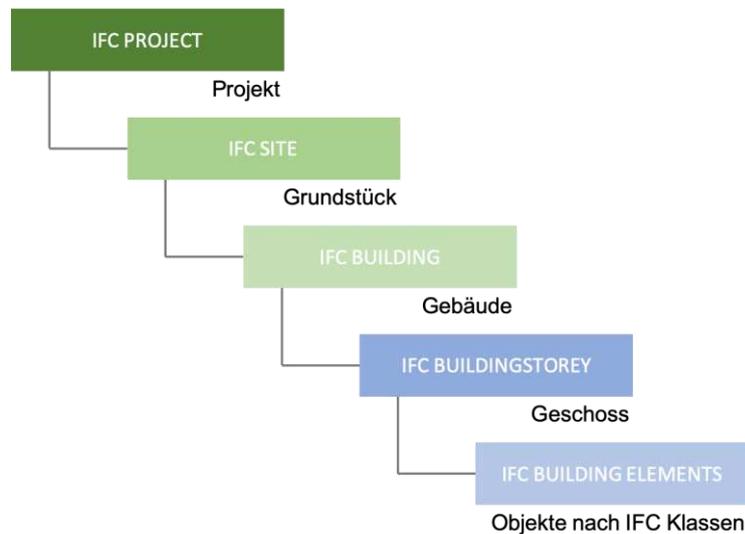


Abb. 2.8: IFC-Baumstruktur⁹³

Borrmann et al.⁹⁴ führen aus, dass das an erster Stelle stehende IFCProject-Objekt den Kontext beschreibt, in dem die Informationen des Bauvorhabens als Ganzes repräsentiert werden. IFCSite dient zur Beschreibung des Baugrundstückes, IFCBuilding repräsentiert das Bauwerk, IFCBuildingstorey stellt die Geschosse dar und IFCBuildingElements definiert Objekte nach den IFC-Klassen. Der Aufbau der IFCBuildingElements anhand IFC-Klassen (Entities), IFC-Typen und Properties wird nachfolgend näher erläutert.

IFC-Klassen (Entities)

Der von buildingSMART definierte und allgemein verwendete Begriff der „Entities“ beschreibt die Darstellung von Autodesk⁹⁵ folgend konkret identifizierbare Objekte in einem IFC-Bauwerksmodell. Gemäß der zugeordneten IFC-Klasse und einer folgenden Typendefinition werden einem Objekt innerhalb des IFC-Schemas Informationen zur Geometrie und zu Interaktionen, bestimmte Standard- und Zusatzattribute sowie Abhängigkeiten zugewiesen. Informationen über Interaktionen geben Auskunft auf welche anderen Objekte das klassifizierte Objekt Auswirkungen hat. Abhängigkeiten geben Aufschluss darüber, welche Objekte dem klassifizierten Objekt über- oder untergeordnet sind.

⁹³ Abbildung adaptiert von Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 9, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

⁹⁴ vgl. Borrmann, König, Koch, Beetz Hrsg., *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*, S. 94-95.

⁹⁵ vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 10, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

Beispiele für IFC-Klassen sind:⁹⁶

- ◆ IfcBeam (Träger)
- ◆ IfcFooting (Fundamente)
- ◆ IfcRoof (Dächer)
- ◆ IfcSlab (Decken)
- ◆ IfcWall (Wände)

IFC-Typen

Zusätzlich zu den IFC-Klassen können Objekte im IFC-Modell mit Typdefinitionen versehen werden, um Bauteile genauer abzubilden. Beispielsweise kann einem Fundament mit der Klasse IfcFooting die Spezifizierung des IfcType als Köcherfundament „PILE_CAP“ hinzugefügt werden, welches den Bauteiltyp beschreibt.⁹⁷

Standard- und Zusatzmerkmale (Properties)

Allplan⁹⁸ skizziert, dass alle modellierten Objekte, je nach gewünschter Informationsdichte, mit beliebigen Merkmalen und Parametern ausgestattet werden können. Bestimmte Merkmale sind als minimaler Standard in der IFC-Klasse hinterlegt und werden in sogenannten Property Sets bzw. PSets (von buildingSMART definierter, allgemein gültiger Begriff) zusammengefasst. Jedem Bauteil, das sich per IFC übertragen lässt, ist über die IFC-Klasse ein allgemeines Eigenschaftenspaket (z. B. PSet_WallCommon, PSet_SlabCommon, etc.) zugeordnet, das unterschiedlich viele Properties enthalten kann. Als Beispiel eines Property Sets nennt Autodesk⁹⁹ folgende in Revit standardmäßig geführte Parameter des Eigenschaftenspakets einer Wand „PSet_WallCommon“:

- ◆ Reference → Bauteiltyp (Typname)
- ◆ FireRating → Feuerwiderstandsklasse (Typparameter)
- ◆ ThermalTransmittance → U-Wert (Typparameter)
- ◆ IsExertnal → Außenbauteil (Typparameter)
- ◆ LoadBearing → tragend/nicht tragend (Exemplarparameter)
- ◆ ExtendToStructure → oben fixiert/nicht oben fixiert (Verhalten)

Typparameter sind für alle Bauteile eines Bauteiltyps gültig, während Exemplarparameter ausschließlich für einen ausgewählten Bauteil gelten. Sind für bestimmte Fälle notwendige Merkmale nicht in den PSets enthalten, können die fehlenden Properties in Revit manuell erstellt werden. Dabei ist auf die fehlerlose Eingabe des Namens und des Typs zu achten, damit die Eigenschaft als IFC-Parameter erkannt wird.

⁹⁶ vgl. Autodesk, Inc.: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloud-help/2019/DEU/Revit-DocumentsPresent/files/GUID-EE6C0CF8-7671-4DCC-B0C7-EEA7513C90A9-htm.html> (abgerufen am 31.07.2019).

⁹⁷ vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 10, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

⁹⁸ vgl. Allplan Deutschland GmbH: <https://www.allplan.com/de/bim/bim-glossar/p-z/> (abgerufen am 31.07.2019).

⁹⁹ vgl. Autodesk, Inc., *Revit IFC Handbuch*, S. 12-13, <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch> (abgerufen am 31.07.2019).

Für Österreich sind nach ÖNORM A 6241-2¹⁰⁰ genormte Property Sets im ASI-Merkmalserver definiert. Der ASI-Merkmalserver ist eine Datenbank, in der festgelegt ist, wie Bauelemente, Materialien, etc. beschrieben werden sollen.

2.3.5 IFC-Zertifizierung

Da immer mehr Softwarehersteller die Entwicklung ihrer IFC-Schnittstelle vorantreiben, hat buildingSMART International¹⁰¹ mit dem Zertifizierungsprozess einen inhaltlichen und organisatorischen Rahmen geschaffen, der eine optimale IFC-Implementierung sicherstellen soll. Während des gesamten Prozesses stehen den Softwareanbietern IFC-Experten von buildingSMART beratend zur Seite, um ein hohes Niveau in der IFC-Schnittstelle zu erreichen. Der Zertifizierungsprozess erfolgt in zwei Stufen:

- 1) In über 300 Testdateien, in denen zahlreiche Sondersituationen modelliert sind, die in der Vergangenheit Probleme hervorriefen, muss der Hersteller nachweisen, dass seine Software alle Testfälle unterstützt. Ist dies der Fall, wird die erste Stufe der Zertifizierung vergeben.
- 2) Im zweiten Schritt enthalten die IFC-Testdateien ganze Gebäudemodelle aus der Praxis. Sobald das Programm auch diese IFC-Daten bewältigen kann, wird diesem die zweite Stufe und damit endgültige IFC-Zertifizierung zuerkannt.

¹⁰⁰ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 6241-2:2015*.

¹⁰¹ vgl. buildingSMART Germany: <https://www.buildingsmart.de/kos/WNetz?art=Compilation.show&id=100> (abgerufen am 08.02.2020).

2.4 Normung und standardisierte Leistungsbeschreibung

In diesem Abschnitt werden jene nationalen Normen beschrieben, die für diese Arbeit relevant sind. Berücksichtigung finden Normen zu den Themen BIM, IFC und Abrechnung von Bauleistungen.

2.4.1 ÖNORM A 6241

Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) – Level 2 (2015)

Teil 1 der ÖNORM A 6241¹⁰² behandelt den Datenaustausch und die Datenhaltung von Gebäudeinformationen im Hochbau und verwandten, raumbildenden Konstruktionen im Tiefbau. Dabei handelt es sich um Daten, die im Zuge der Planung und des lebenszyklischen Immobilienmanagements benötigt werden, sowie um alphanumerische Daten des Gebäudemodells. Des Weiteren definiert Teil 1 wichtige Begriffe und Darstellungsgrundlagen für grundlegende Techniken des Datentransfers von zweidimensionalen CAD-Dateien und für BIM. Beispiele dafür sind Regelungen zum Planaufbau, zu Bauwerksdarstellungen, zur Erstellung von Layern und Blöcken usw. Die Ausführungen beziehen sich auf AutoCAD 2010. Als frei zugängliches Datenaustauschformat auf alphanumerischer Basis legt die Norm das DXF-Dateiformat fest.

Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM (2015)

Der zweite Teil der ÖNORM A 6241¹⁰³ gilt als die erstmalige Beschreibung von BIM und Schaffung der dafür notwendigen normativen Voraussetzungen in Österreich. Besondere Berücksichtigung findet dabei die integrale Zusammenarbeit der Planungsbeteiligten. Mit der Norm soll die technische Verwirklichung eines mehrdimensionalen, digitalen Modells für Bauwerke im Hochbau und verwandten, raumumschließenden Konstruktionen im Tiefbau, basierend auf dem BIM Level 3 (Siehe Kapitel 2.1.1), geregelt werden. Außerdem wird die Grundlage für den softwareunabhängigen Austausch von Daten auf Basis von IFC und bSDD (buildingSMART Data Dictionary) geschaffen. bSDD ist ein offenes Klassifizierungssystem für das Bauwesen zur Benennung von Bauteilen, Materialien und deren Merkmale gemäß ISO 12006-3. Die Norm gibt Regelungen hinsichtlich

- ◆ der Modelle der verschiedenen Disziplinen,
- ◆ der Lebensphasen eines Modells,
- ◆ der Dimensionen,
- ◆ der Detailierungsgrade,
- ◆ sowie IFC

vor und bietet zudem im Anhang einen Modellierleitfaden.

¹⁰² vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 6241-1: Digitale Bauwerksdokumentation, Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) – Level 2*, (Austrian Standards Institute, 2015).

¹⁰³ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 6241-2:2015*.

2.4.2 ÖNORM EN ISO 16739

Industry Foundation Classes (IFC) für den Datenaustausch in der Bauwirtschaft und im Anlagenmanagement (2017)

Im Jahr 2017 wurde die ISO 16739:2013¹⁰⁴ und damit auch der IFC4-Standard in das österreichische Normungswesen aufgenommen. Die Norm legt ein konzeptionelles Datenschema und ein Datenaustauschformat für BIM fest. Die Definition des Datenschemas erfolgt über die Datenbeschreibungssprache EXPRESS. Auch alternative Dateiformate sind zulässig, jedoch nur, wenn diese mit dem konzeptionellen Schema übereinstimmen. Neben dem Datenschema beinhaltet die Norm Referenzdaten, die als Definition von Eigenschaften- und Mengenbezeichnungen und Beschreibungen gelten. Ein Bestandteil davon ist die Model View Definition. MVDs sind Teilmengen eines digitalen Modells, die nur die IFC-Ausdrücke zur Verfügung stellen, die in einem definierten Anwendungsbereich benötigt werden.¹⁰⁵ Weitere Erläuterungen zu MVDs können in Kapitel 2.3.3 nachgelesen werden.

2.4.3 ÖNORM B 22xx

Die ÖNORM B 2110:2013¹⁰⁶ für die allgemeinen Vertragsbestimmungen für Bauleistungen weist in den normativen Verweisungen und den Verfahrensbestimmungen auf die Berücksichtigung der Werkvertragsnormen ÖNORM B 22xx hin. Die Werkvertragsnormen umfassen vornormierte Verfahrens- und Vertragsbestimmungen, die nur dann gelten, wenn diese ausdrücklich Bestandteil des Vertrages sind. Diese Bestimmungen schaffen durch klare Regelungen die Grundlage für einen hohen Qualitätsstandard im AVA-Prozess. Werkvertragsnormen gibt es für Bauarbeiten aller Art. Die für diese Arbeit relevanten Normen sind:¹⁰⁷

- ◆ ÖNORM B 2206:2015: Mauer- und Versetzarbeiten
- ◆ ÖNORM B 2207:2017: Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten
- ◆ ÖNORM B 2209:2014: Bauwerksabdichtungsarbeiten
- ◆ ÖNORM B 2210:2013: Putzarbeiten
- ◆ ÖNORM B 2211:2009: Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten
- ◆ ÖNORM B 2220:2012: Dachabdichtungsarbeiten
- ◆ ÖNORM B 2232:2016: Estricharbeiten
- ◆ ÖNORM B 2236:2019: Bodenbeläge und Holzfußböden
- ◆ ÖNORM B 2259:2012: Herstellung von Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystemen

¹⁰⁴ vgl. International Organisation for Standardization, *ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries*, (International Organisation for Standardization, 2013).

¹⁰⁵ vgl. TOL GmbH: https://www.tol.info/fileadmin/templates/tol_geo12/img/template_data/Marketing/Newsletter/TOL-DIN_16739-Datenformat_BIM.pdf (abgerufen am 02.08.2019).

¹⁰⁶ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM B 2110: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen*, (Austrian Standards Institute, 2013).

¹⁰⁷ vgl. bausdatenbank.at: <https://www.bdb.at/service/normen?key=%C3%96NORM+B> (abgerufen am 03.08.2019).

Die darin enthaltenen Vertragsbestimmungen regeln u. a. die Vorgehensweise der Ausmaßfeststellung und der Abrechnung der einzelnen Bauarbeiten. Die anzuwendenden Abrechnungsregelungen werden bei den Mengenermittlungen in Kapitel 5.3 berücksichtigt und in diesem näher erläutert.

Die Werkvertragsnormen können bei der Verwendung von BIM gemäß ÖNORM A 6241-2¹⁰⁸ aufgrund der Übereinstimmung des digitalen Modells mit dem tatsächlich ausgeführten Bauwerk, der Durchgängigkeit und Transparenz der Prozesse und der Auswertungsmöglichkeiten außer Kraft gesetzt werden. In diesem Fall kommen nicht die in den Werkvertragsnormen beschriebenen annähernden Mengenermittlungsverfahren zum Einsatz. Die Mengen werden nach tatsächlichen Größen abgerechnet.

2.4.4 Standardisierte Leistungsbeschreibung

Gemäß dem Bundesvergabegesetz¹⁰⁹ sind öffentliche Auftraggeber dazu angehalten, wenn für die Beschreibung einer Leistung geeignete Leitlinien wie ÖNORMEN oder standardisierte Leistungsbeschreibungen vorhanden sind, auf diese Bedacht zu nehmen. Standardisierte Leistungsbeschreibungen sind Sammlungen von standardisierten Texten zur neutralen und eindeutigen Beschreibung standardisierbarer Leistungen bestimmter Sachgebiete, die jedenfalls Positionen enthalten, welche in ein zukünftiges LV übernommen werden können.¹¹⁰ Sie bilden damit die Grundlage für die Erstellung von Leistungsverzeichnissen.¹¹¹ Die Gliederung einer Leistungsbeschreibung hat gemäß ÖNORM A 2063¹¹² dem nachstehenden Schema zu folgen:

- ◆ Leistungsgruppe (LG)
- ◆ Unterleistungsgruppe (ULG)
- ◆ Wählbare Vorbemerkungen bzw. Position

Die LG und ULG müssen dabei Überschriften erhalten. Für die Mengenermittlungen in Kapitel 5 sind folgende Leistungsgruppen aus der Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB) des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort¹¹³ relevant:

- ◆ LG 07 Beton- und Stahlbetonarbeiten
- ◆ LG 08 Mauerarbeiten
- ◆ LG 10 Putz
- ◆ LG 11 Estricharbeiten
- ◆ LG 12 Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden
- ◆ LG 21 Dachabdichtungsarbeiten

¹⁰⁸ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 6241-2:2015*.

¹⁰⁹ vgl. Homepage RIS (Rechtsinformationssystem des Bundes): <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20010295> (abgerufen am 08.02.2020).

¹¹⁰ vgl. Österreichisches Normungsinstitut, *ÖNORM A 2063: Standardisierte Leistungsbeschreibungen*, (Österreichisches Normungsinstitut, 2008).

¹¹¹ vgl. Wirtschaftskammer Österreich Geschäftsstelle Bau: <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/Standardisierte-Leistungsbeschreibungen.html> (abgerufen am 08.02.2020)

¹¹² vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM A 2063: Austausch von Leistungsbeschreibungen-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form*, (Austrian Standards Institute, 2015).

¹¹³ vgl. Homepage Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort: <https://www.bmdw.gv.at/Kulturelle-sErbe/Bauservice/Seiten/Hochbau.aspx> (abgerufen am 29.08.2019).

- ◆ LG 24 Fliesen- und Plattenlegearbeiten
- ◆ LG 38 Holzfußböden
- ◆ LG 44 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)

Die zutreffenden Positionen werden den einzelnen Bauteilen des digitalen Modells in Kapitel 3 zugeordnet. Neben der LB-HB existieren mit der Leistungsbeschreibung Haustechnik (LB-HT) und der Leistungsbeschreibung Verkehr und Infrastruktur (LB-VI) zwei weitere standardisierte Leistungsbeschreibungen in Österreich.

3 Illustrierung des digitalen Gebäudemodells

In diesem Kapitel wird das für die Mengenermittlungen in Revit erzeugte Gebäudemodell vorgestellt und erläutert. Es handelt sich dabei um ein dreigeschossiges Gebäude mit einer Grundfläche von 200 m² je Geschoss. Das Modell wird in Abb. 3.1 in der Süd-Ost- und der Nord-West-Ansicht dargestellt. Dieses Gebäudemodell wurde für die Mengenermittlungen in Kapitel 5 gewählt, weil es aus der Sicht des Autors hinsichtlich der Größe und der Komplexität ausreichend zur Ausarbeitung der Forschungsziele ist.

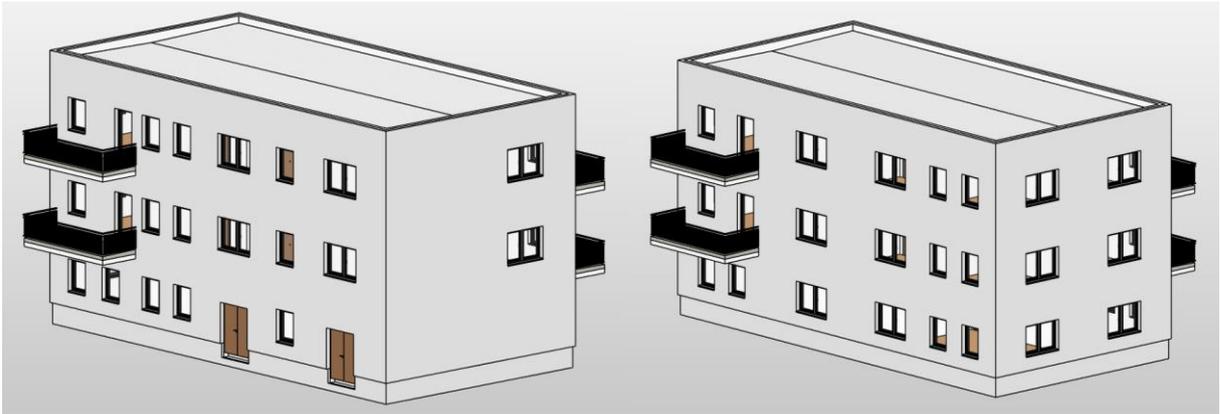


Abb. 3.1: Süd-Ost-Ansicht (links) und Nord-West-Ansicht (rechts) des Gebäudemodells¹¹⁴

Auf einer 30 cm dicken Fundamentplatte wurde im Erdgeschoss (EG) ein Kindergarten geplant. Die Stahlbetonarbeiten der Fundamentplatte werden in der Mengenermittlung durch die LB-HB-Positionen

- ◆ 070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm,
- ◆ 070107S Schalung Fundamentplatte,
- ◆ 070107V Bewehrung Stabst. Fundamentplatte und
- ◆ 070107W Bewehrung Matten Fundamentplatte

berücksichtigt. Über das Treppenhaus gelangt man in das 1. Obergeschoss (1.OG) und das 2. Obergeschoss (2.OG). In den Obergeschossen wurden jeweils zwei Wohneinheiten modelliert. Die genaue Raumaufteilung in den drei Etagen sowie die dort verwendeten Materialien werden in den Kapiteln 3.1 und 3.2 illustriert und erklärt. Entlang der Fundamentplatte verläuft die Perimeterdämmung (d = 12 cm) bis 40 cm über die Geländeoberkante (GOK). Die dafür verwendete Position der LB-HB lautet „121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm“. Ab 40 cm über GOK erstreckt sich die Wärmedämmung des Gebäudes mittels Mineralwolle (d = 20 cm) bis zur Oberkante des Bauwerks. Die Mengenermittlung der Außenwand-Wärmedämmung erfolgt mittels der Position „440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm“. Das Dach wurde als Flachdach ausgeführt. Als konstruktive Ausführung wird ein Warmdach mit Nutzungskategorie K3 und einer bituminösen Abdichtung gewählt. Auf der Dachfläche ist eine Wärmedämmung im Gefälle (d_{max}/d_{min} = 30/20 cm) mit darauf liegender Kiesschüttung (d = 10 cm) vorgesehen.

¹¹⁴ Screenshot aus Autorensoftware Autodesk Revit 2019.

Die Mengen des Dachaufbaus werden anhand der folgenden LB-HB-Positionen berechnet:

- ◆ 211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m²
- ◆ 217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm

Umlaufend um die Dachfläche wurde eine Attika (d = 20 cm, h = 70 cm) aus Ziegelmauerwerk angeordnet, der die Position „080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m“ zugeordnet wird.

Bei dieser Arbeit wird die Durchführbarkeit der Mengenermittlung mittels BIM und IFC evaluiert. Die Geometriekomplexität des Bauwerks ist nach Einschätzung des Autors für diese Aufgabenstellung ausreichend. Des Weiteren wurde auf die Modellierung der Treppe verzichtet. Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit liegt nicht auf der exakten Dimensionierung der Bauteile, daher wurden die tragenden Bauteile mit Vordimensionierungsformeln bemessen.¹¹⁵

3.1 Erdgeschoss

Der in Abb. 3.2 dargestellte Grundriss des Erdgeschosses mit einem Rastermaß von 5 x 5 m zeigt die Raumaufteilung des darin befindlichen Kindergartens. Dieser verfügt über einen eigenen Eingang für die Kindergartenbesucher. Von der Garderobe aus können sämtliche Räumlichkeiten des Kindergartens erreicht werden. Die Bewohner der Wohneinheiten der beiden oberen Etagen betreten das Gebäude über den zweiten Eingang, der direkt ins Treppenhaus führt. Die tragenden Bauteile im EG bestehen aus Stahlbeton. Im Grundriss in Abb. 3.2 sind die Stahlbetonwände grün dargestellt. Diese werden in der Mengenermittlung mit den nachstehenden LB-HB-Positionen berücksichtigt:

- ◆ 070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m
- ◆ 070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m
- ◆ 070201S Betonwand Schalung b.3,2m
- ◆ 070201V Bewehrung Stabst. Betonwand b.3,2m
- ◆ 070201W Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m
- ◆ 070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m
- ◆ 070203S Betonwand Schalung ü.3,2m
- ◆ 070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m

Zusätzlich verläuft zwischen den Achsen 1 und 4 entlang der Achse B ein Unterzug, der auf den Stahlbetonwänden und zwei Stahlbetonstützen (Achse 2 und 3) gelagert ist. Die dazugehörigen Positionen lauten:

- ◆ 070214D Beton Stützen ü.0,05m² C25/30 b.3,2m
- ◆ 070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m
- ◆ 070214T Bewehrung Stabst. Beton Stützen b.3,2m
- ◆ 070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m
- ◆ 070218S Schalung Beton Balk/Rost b.3,2m
- ◆ 070218V Bewehrung Stabst. Beton Balk/Rost b.3,2m

¹¹⁵ vgl. Kolbitsch, *Hochbaukonstruktionen 1 Teil C*, (TU Verlag, 2017).

Die aufgezählten tragenden Elemente dienen als Auflager für die darauf liegende Geschossdecke, die ebenfalls aus Stahlbeton hergestellt wird. Die Mengen der erforderlichen Stahlbetonarbeiten werden anhand folgender Positionen berechnet:

- ◆ 070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m
- ◆ 070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m
- ◆ 070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m
- ◆ 070301V Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2m
- ◆ 070301W Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2m

Die Dimensionen der tragenden Bauteile können folgender Auflistung entnommen werden:

- ◆ Wände: $d = 25 \text{ cm}$
- ◆ Stützen: $h/b = 25/25 \text{ cm}$
- ◆ Unterzug: $h/b = 50/25 \text{ cm}$
- ◆ Decke: $d = 20 \text{ cm}$

Als nicht tragende Trennwände wurden im EG gedämmte Gipskartonständerwände mit einer Gesamtdicke von 25 cm angeordnet. Diese sind in Abb. 3.2 blau dargestellt. An allen Innenflächen des Gebäudes ist Kalkzementputz geplant. Diese Flächen werden mit den Positionen

- ◆ 100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton,
- ◆ 100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente,
- ◆ 100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton,
- ◆ 100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton,
- ◆ 100151A Az IP W f.Pfeiler und
- ◆ 100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton

berücksichtigt. Die entlang der Außenwand verlaufende orange Fläche bildet die Wärmedämmung ab. Der Bodenaufbau ist insgesamt 20 cm stark und besteht aus (von unten nach oben):

- ◆ Schüttung: 9 cm (Pos.: 112104B Niveauausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm)
- ◆ Trittschalldämmung: 3 cm (Pos.: 112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30)
- ◆ Estrich: 7 cm (Pos.: 112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225)
- ◆ Fliesen/Parkett: 1 cm (Pos.: 241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30 / 381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl)

Die Raumhöhe vom Fertigfußboden (FFB) bis Unterkante Rohdecke (UK RD) beträgt 3,00 m.



Abb. 3.2: Grundriss EG (Grün = Stahlbetonwände; Blau = Gipskartonständerwände; Orange = Wärmedämmung)¹¹⁶

3.2 Obergeschoss

Der Aufbau des 1. und des 2. Obergeschosses ist ident und entspricht dem Grundriss in Abb. 3.3. Hier beträgt das Rastermaß wie im EG 5 x 5 m. Pro Stockwerk sind zwei Wohneinheiten mit Balkon – der jeweils 2 m auskragt – geplant. Als tragende Bauteile fungieren zum einen die grün markierten Stahlbetonwände im Treppenhaus (Positionen gemäß den Angaben in Kapitel 3.1), zum anderen die rot markierten Außenwände und die rot markierte Wand entlang Achse B, die aus Ziegelmauerwerk hergestellt werden. Die Mengenermittlung der tragenden Ziegelmauerwerkswände erfolgt über die Position „080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m“. Darauf gelagert befinden sich die Geschossdecke und die Kragplatten der Balkone (Positionen gemäß den Angaben in Kapitel 3.1). Die Dimensionen dieser Elemente wurden wie folgt laut Vordimensionierung gewählt:

- ◆ Stahlbetonwände: d = 25 cm
- ◆ Ziegelmauerwerkswände: d= 25 cm
- ◆ Decke: d = 20 cm

Die rot markierten Trennwände innerhalb der Wohneinheiten bestehen ebenfalls aus Ziegelmauerwerk und wurden mit einer Stärke von 12 cm dimensioniert. Diese werden durch die Position „080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m“ berücksichtigt. Entlang der Außenwände verläuft die orange markierte Wärmedämmung. Der Bodenaufbau in den beiden oberen Etagen entspricht dem des Erdgeschosses. Auch der Bodenaufbau auf den Balkonen, bestehend aus Gefälleestrich,

¹¹⁶ Screenshot aus Autorensoftware Autodesk Revit 2019.

Schüttung und Steinfliesen, weist eine Stärke von 20 cm auf und wurde mit Gefälle nach außen ausgeführt. Die dafür verwendeten LB-HB-Positionen lauten:

- ◆ 112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225
- ◆ 112104B Niveauausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm
- ◆ 242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20

In den Toilettenräumen ist im gesamten Gebäude sind Wandfliesen bis zu einer Raumhöhe von 1,00 m geplant. Die Menge der Wandfliesen wird anhand der Position „241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m“ ermittelt.

Die Raumhöhe vom FFB bis UK RD beträgt wie im EG 3,00 m.

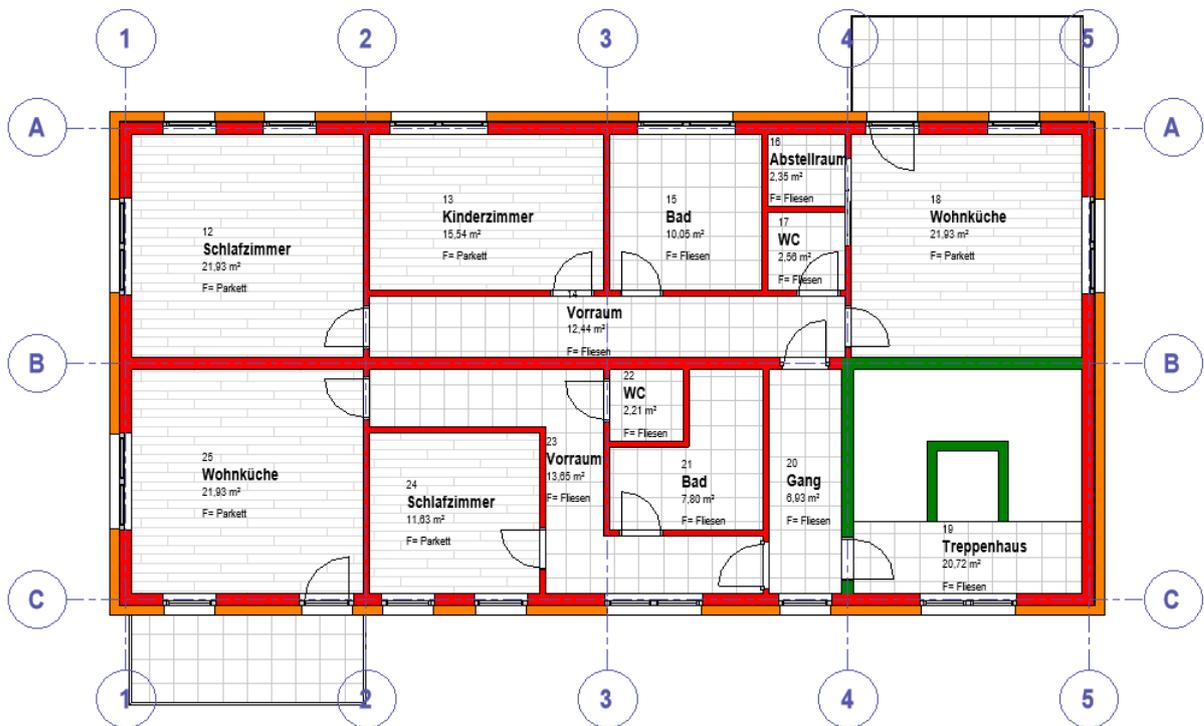


Abb. 3.3: Grundriss Obergeschoss (Grün = Stahlbetonwände; Rot = Ziegelmauerwerk; Orange = Wärmedämmung)¹¹⁷

¹¹⁷ Screenshot aus Autorensoftware Autodesk Revit 2019.

4 Analyse der Model View Definitions von IFC2x3

Der folgende Abschnitt dient der Feststellung, welche der in Kapitel 2.3.3 beschriebenen Model View Definitions von IFC2x3 sich für die Mengenermittlungen in Kapitel 5 am besten eignen. Dabei werden der Qualitätsstatus, der bei der Qualitätsprüfung infolge des Imports des Modells in iTWO ermittelt wird, die eventuell auftretenden Warnungs- und Informationsmeldungen, die Anzahl der übertragenen Objekte und die Modelldarstellung in iTWO betrachtet. Die angeführten Kriterien werden für die verschiedenen MVDs in Tab. 4.1 gegenübergestellt. Die Vorgehensweise des IFC-Tests wurde wie folgt gewählt:

- 1) Export des Gebäudemodells aus Autodesk Revit 2019 als IFC2x3 in den verschiedenen MVDs
- 2) Import der einzelnen IFC-Dateien in RIB iTWO 2018, wodurch die IFC-Dateien in CPIXML-Dateien umgewandelt werden
- 3) Durchführung der Qualitätsprüfung
- 4) Feststellung des Qualitätsstatus' der einzelnen MVDs
- 5) Erfassung von eventuell auftretenden Warnungen oder Informationsmeldungen
- 6) Erfassung der Darstellung des Modells
- 7) Erfassung der übertragenen Objekte
- 8) Vergleich der unterschiedlichen MVDs
- 9) Wahl der geeigneten MVD anhand der gegenübergestellten Kriterien

Die Darstellung des Gebäudemodells ist bei allen vier MVDs gleich und entspricht der Visualisierung in Abb. 4.1.

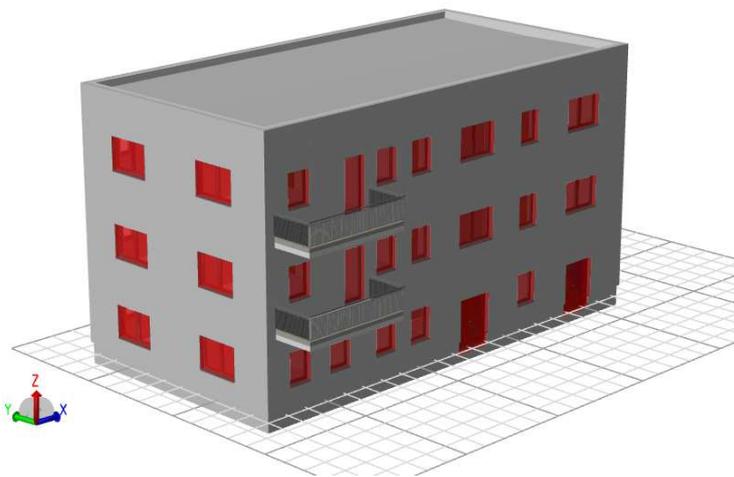
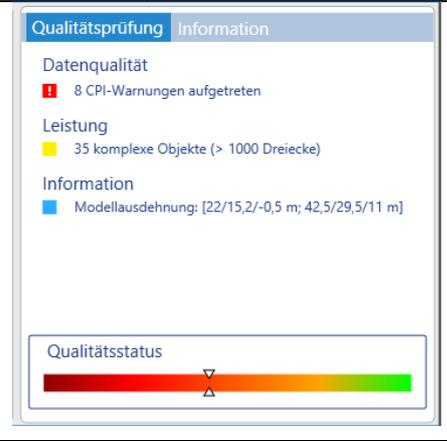
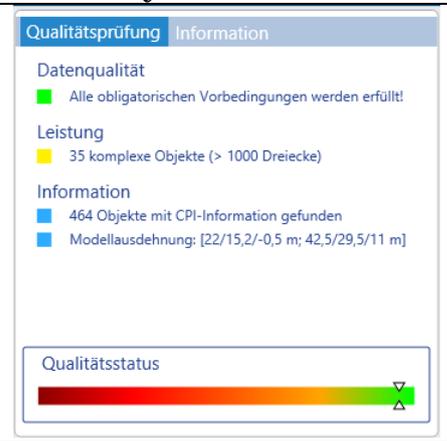
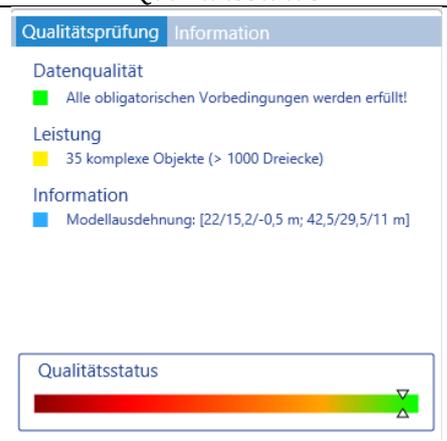


Abb. 4.1: Modelldarstellung in iTWO aller MVDs von IFC2x3¹¹⁸

¹¹⁸ Screenshot aus Auswertungssoftware RIB iTWO 2018.

Tab. 4.1: Vergleich der MVDs von IFC2x3¹¹⁹

IFC2x3 Basic FM HandOver View																		
Qualitätsstatus	Warnungsmeldungen	Übertragene Objekte																
	<p>Warnungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▼ ■ Überlappende Öffnungen (8) ▼ Intersection (8) <p>Öffnungselemente schneiden sich. Mögliche Auswirkung in der Mengenermittlung: Bruttomengen können eventuell nicht korrekt berechnet werden.</p> <p>Tipp: Zum Entfernen sich überlappenden Öffnungen in den Arbeitsbereich 'Öffnungen' wechseln, den Filter [cpiWarning.Opening=Intersection] setzen und unnötige Öffnungen entfernen.</p>	<table border="1"> <tr><td>BEAM</td><td>1</td></tr> <tr><td>COLUMN</td><td>4</td></tr> <tr><td>DOOR</td><td>37</td></tr> <tr><td>RAILING</td><td>4</td></tr> <tr><td>SLAB</td><td>53</td></tr> <tr><td>SPACE</td><td>39</td></tr> <tr><td>WALLSTANDARD-CASE</td><td>194</td></tr> <tr><td>WINDOW</td><td>45</td></tr> </table>	BEAM	1	COLUMN	4	DOOR	37	RAILING	4	SLAB	53	SPACE	39	WALLSTANDARD-CASE	194	WINDOW	45
BEAM	1																	
COLUMN	4																	
DOOR	37																	
RAILING	4																	
SLAB	53																	
SPACE	39																	
WALLSTANDARD-CASE	194																	
WINDOW	45																	
IFC2x3 Coordination View																		
Qualitätsstatus	Informationsmeldungen	Übertragene Objekte																
	<p>Information</p> <ul style="list-style-type: none"> ▼ ■ Doppelte Attribute (464) ▼ Erweitert/Doppelt (464) ▼ Sonstige\Kategorie (464) <p>Attribute anzeigen...</p> <p>Das Objekt hat mehrere Attribute mit gleichem Namen. Diese konnten auch durch Umbenennung nicht eindeutig gemacht werden. Nur eines der gleichnamigen Attribute wurde exportiert.</p>	<table border="1"> <tr><td>BEAM</td><td>1</td></tr> <tr><td>COLUMN</td><td>2</td></tr> <tr><td>DOOR</td><td>37</td></tr> <tr><td>RAILING</td><td>4</td></tr> <tr><td>SLAB</td><td>53</td></tr> <tr><td>SPACE</td><td>39</td></tr> <tr><td>WALLSTANDARD-CASE</td><td>72</td></tr> <tr><td>WINDOW</td><td>45</td></tr> </table>	BEAM	1	COLUMN	2	DOOR	37	RAILING	4	SLAB	53	SPACE	39	WALLSTANDARD-CASE	72	WINDOW	45
BEAM	1																	
COLUMN	2																	
DOOR	37																	
RAILING	4																	
SLAB	53																	
SPACE	39																	
WALLSTANDARD-CASE	72																	
WINDOW	45																	
IFC2x3 Coordination View Version 2.0																		
Qualitätsstatus	Warnungsmeldungen	Übertragene Objekte																
	<p>Keine Warnungen</p>	<table border="1"> <tr><td>BEAM</td><td>1</td></tr> <tr><td>COLUMN</td><td>2</td></tr> <tr><td>DOOR</td><td>37</td></tr> <tr><td>RAILING</td><td>4</td></tr> <tr><td>SLAB</td><td>53</td></tr> <tr><td>SPACE</td><td>39</td></tr> <tr><td>WALLSTANDARD-CASE</td><td>72</td></tr> <tr><td>WINDOW</td><td>45</td></tr> </table>	BEAM	1	COLUMN	2	DOOR	37	RAILING	4	SLAB	53	SPACE	39	WALLSTANDARD-CASE	72	WINDOW	45
BEAM	1																	
COLUMN	2																	
DOOR	37																	
RAILING	4																	
SLAB	53																	
SPACE	39																	
WALLSTANDARD-CASE	72																	
WINDOW	45																	

¹¹⁹ Tabelle erzeugt mit Screenshots und Werten aus Auswertungssoftware RIB iTWO 2018.

IFC2x3 GSA Concept Design BIM 2010		
Qualitätsstatus	Warnungsmeldungen	Übertragene Objekte
<p>Qualitätsprüfung Information</p> <p>Datenqualität 8 CPI-Warnungen aufgetreten</p> <p>Leistung 35 komplexe Objekte (> 1000 Dreiecke)</p> <p>Information 588 Objekte mit CPI-Information gefunden Modellausdehnung: [22/15,2/-0,5 m; 42,5/29,5/11 m]</p> <p>Qualitätsstatus </p>	<p>Warnungen</p> <ul style="list-style-type: none"> Überlappende Öffnungen (8) Intersection (8) <p>Öffnungselemente schneiden sich. Mögliche Auswirkung in der Mengenberechnung: Bruttomengen können eventuell nicht korrekt berechnet werden. Tipp: Zum Entfernen sich überlappender Öffnungen in den Arbeitsbereich 'Öffnungen' wechseln, den Filter [cpiWarning,Opening=-Intersection] setzen und unnötige Öffnungen entfernen.</p>	BEAM 1
		COLUMN 2
		DOOR 37
		RAILING 4
		SLAB 53
		SPACE 39
		WALLSTANDARD-CASE 194
WINDOW 45		

Tab. 4.1 stellt den Qualitätsstatus, auftretende Warnungs- und Informationsmeldungen und die Anzahl der übertragenen Objekte der verschiedenen MVDs gegenüber. Der Qualitätsstatus wird im Zuge des Imports des Gebäudemodells in iTWO ermittelt und gibt Auskunft über die Datenqualität des Modells. Dies wird mittels der Balkenanzeige, deren Skala von grün (gute Datenqualität) bis rot (schlechte Datenqualität) verläuft, visualisiert. In der mittleren Spalte werden die Warnungs- und Informationsmeldungen angeführt. Diese erläutern auftretende Problemfälle im Modell, die von iTWO nach dem Import erkannt werden. Die dritte Spalte gibt die von iTWO erfasste Anzahl der übertragenen Objekte an. Das behandelte Modell enthält die Elemente Beam (Träger), Column (Stützen), Door (Türen), Railing (Geländer), Slab (Decken), Space (Räume), WallStandardCase (Wände) und Window (Fenster).

Tab. 4.2: Bewertung der Auswahlkriterien der verschiedenen MVDs

Kriterium	IFC2x3 Basic FM HandOver View	IFC2x3 Coordination View	IFC2x3 Coordination View Version 2.0	IFC2x3 GSA Concept Design BIM 2010
Qualitätsstatus	○	✓	✓	○
Warnungs-/Informationsmeldungen	×	○	✓	×
Übertragene Objekte	×	✓	✓	×
Modelldarstellung	✓	✓	✓	✓

Der Tab. 4.2 kann die Bewertung der Auswahlkriterien der verschiedenen MVDs entnommen werden. Die Symbole in den Feldern stellen das Abschneiden der einzelnen MVDs in der jeweiligen Kategorie dar, wobei diese vom Verfasser der Arbeit mit „Gut“ (✓), „Mittel“ (○) oder „Schlecht“ (×) bewertet werden. Im Kriterium „Qualitätsstatus“ werden die beiden Versionen der IFC2x3 Coordination View mit „Gut“ bewertet, da die Datenqualität gemäß der Qualitätsprüfung im grünen Bereich liegt. Die beiden verbleibenden MVDs liegen dagegen im orangen Bereich der Skala und werden folglich mit der Bewertung „Mittel“ versehen. IFC2x3 Basic FM HandOver View und

IFC2x3 GSA Concept Design BIM 2010 erhalten sowohl in der Kategorie „Warnungs-/Informationsmeldungen“ als auch in der Kategorie „Übertragene Objekte“ eine schlechte Beurteilung. Diese Bewertungen beruhen einerseits auf den Warnungsmeldungen hinsichtlich überlappender Öffnungen im Modell, die jedoch in der Modellierungssoftware Revit nicht vorhanden sind, und andererseits auf der Übertragung einer falschen Anzahl an Stützelementen (4 anstatt 2) und Wandobjekten (194 anstatt 72). Für IFC2x3 Coordination View liefert iTWO eine Informationsmeldung betreffend Objekte, die mit einer doppelten Attribuierung ausgestattet sind, während die Version 2.0 keine Warnungs- oder Informationsmeldungen aufweist. Daher wird Version 2.0 mit „Gut“ und die ältere Version mit „Mittel“ bewertet. Beide Versionen übertragen genau die Anzahl an Objekten, die in Revit modelliert sind, weshalb dieses Kriterium mit „Gut“ beurteilt wird. Die Modelldarstellung erweist sich bei allen MVDs ident und ist für die Mengenermittlung ausreichend. Folglich lautet die Bewertung in dieser Kategorie für alle MVDs „Gut“.

Basierend auf den o. a. Bewertungen wird für die Mengenermittlungen in Kapitel 5 die MVD IFC2x3 Coordination View Version 2.0 ausgewählt.

5 Durchführung der Mengenermittlungen

In diesem Abschnitt erfolgt die Dokumentation der Mengenermittlungen am importierten Gebäudemodell in RIB iTWO. Dabei werden in Kapitel 5.2 die Nettomengen und in Kapitel 5.3 die Mengen gemäß Werkvertragsnormen berechnet. Folgender Ablauf wurde gewählt:

- 1) Export des Gebäudemodells aus Autodesk Revit 2019 im IFC2x3-Dateiformat mit der MVD Coordination View Version 2.0
- 2) Import der IFC-Datei in RIB iTWO 2018
- 3) Erstellung eines LVs mit Positionen gemäß der Leistungsbeschreibung Hochbau (LB-HB). Die Zuordnung der verwendeten Positionen zu den betreffenden Bauteilen des Gebäudemodells kann dem Kapitel 3 entnommen werden.
- 4) Einteilung der Bauteile in Auswahlgruppen
- 5) Zuordnung der Auswahlgruppen zu den betreffenden Positionen und eventuell zusätzliche Bemusterung der Bauteile
- 6) Mengenermittlung mittels QTO-Formel unterschieden in:
 - Nettomengen
 - Mengen gemäß Werkvertragsnormen
- 7) Dokumentation der Auswahlgruppen
- 8) Dokumentation der Mengenabfragen in Protokolltabellen

Die in Punkt 7 angeführten Protokolltabellen sind gemäß der Tab. 5.1 aufgebaut:

Tab. 5.1: Beispieltabelle für die Protokollierung der Mengenermittlungen

Position	A	
Werkvertragsnorm	B	
Auswahlgruppe	C	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	D ₁	E ₁

	D _n	E _n
Fehlende Beschreibungen	F	G
QTO-Formel	H	
Mengenabfrage	I	J

Nachfolgend wird der Inhalt der einzelnen Felder näher beschrieben:

- ◆ A: Positionsname nach LB-HB
- ◆ B: Angabe der maßgebenden Werkvertragsnorm. Dieses Feld ist nur für die Berechnungen in Kapitel 5.3 relevant. In den Protokolltabellen für die Nettomengenermittlung in Kapitel 5.2 wird auf dieses Feld verzichtet.
- ◆ C: Name der verwendeten Auswahlgruppe. Die Sammlung aller angewendeten Auswahlgruppen kann Tab. 5.2 entnommen werden.

- ◆ D₁-D_n: Auflistung der notwendigen Klassen und Merkmale für die QTO-Formel in iTWO.
- ◆ E₁-E_n: Die in iTWO angeführten Klassen und Merkmale weisen in vielen Fällen andere Bezeichnungen als in der IFC-Datei auf, da die IFC-Datei beim Import in eine CPIXML-Datei umgewandelt wird und das Modell infolgedessen mit den Bezeichnungen aus iTWO versehen wird. Daher werden den Merkmalen aus iTWO die Angaben aus IFC gegenübergestellt. Um die Bezeichnung aus der IFC-Datei zu erhalten, wurde diese in eine txt-Datei umgewandelt und unter Hilfe der Dokumentation von buildingSMART¹²⁰ im Texteditor analysiert. Die Datei ist auf die in iTWO verwendeten Klassen und Merkmale untersucht und die entsprechenden Bezeichnungen aus IFC identifiziert worden.
- ◆ F und G: Durch den Export und Import des Modells im IFC-Format können Bauwerksinformationen abhandenkommen, da aufgrund der Exportregelungen der verschiedenen MVDs oftmals nur Teilmengen der Informationen aus dem proprietären Modell der Modellierungssoftware übernommen werden.¹²¹ Des Weiteren können aktuell noch vorhandene Fehlfunktionen des IFC-Formats Gründe für die Datenverluste sein. Sollten Beschreibungen, die für die Berechnung notwendig wären, fehlen, werden diese in diesen Feldern in iTWO- und in IFC-Bezeichnung angeführt. Wenn keine Merkmale für die Mengenermittlung fehlen, wird auf die gesamte Zeile in der Tabelle verzichtet.
- ◆ H: Angabe der QTO-Formel aus iTWO. Sollte das Ergebnis der Mengenermittlung nach Werkvertragsnorm der Nettomenge entsprechen, wird auf die Darstellung der QTO-Formel in der Protokolltabelle verzichtet. Sämtliche QTO-Formeln können dem Anhang (Siehe Kapitel 8.1) entnommen werden.
- ◆ I: Ergebnis der Mengenermittlung in iTWO.
- ◆ J: Dem Resultat der Berechnung in iTWO wird die ausgewertete Menge aus Autodesk Revit gegenübergestellt. Diese werden aus den in Revit erstellbaren Bauteillisten abgelesen. Dies ist jedoch nicht für alle Positionen möglich, da vor allem nicht modellierte Elemente (z. B. Schalung, Bewehrung, Putz, etc.) nicht in den Bauteillisten aufscheinen.

Für die Spezifizierung der QTO-Formeln nach den Positionen der LB-HB sind in einigen Fällen zusätzliche Bauteilinformationen wie z. B. Festigkeitsklasse, Bewehrungsgrad, Produktart, Unterstellhöhe etc. nötig. Um diese berücksichtigen zu können, müssen in Autodesk Revit neue Eigenschaften hinzugefügt werden. Das erfolgt über Einstellungswerkzeuge, die über folgenden Weg erreichbar sind:

Verwalten → Einstellungen → Projektparameter → Hinzufügen → Parameterdaten eingeben (Name, Disziplin, Parametertyp, Parameter gruppieren unter) → die Option „Typ“ oder „Exemplar“ auswählen → Kategorien wählen (für welche Art von Bauteilen die neue Eigenschaft zur Verfügung stehen soll)

¹²⁰ vgl. buildingSMART International: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/> (abgerufen am 04.11.2019).

¹²¹ vgl. Baunetz Wissen: <https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/standardisierung/ifc-der-offene-standard-fuer-bim-mo-delle-5288161> (abgerufen am 25.03.2020).

Dadurch wird eine neue Eigenschaft erstellt. Der Unterschied zwischen Typen- und Exempleigenschaft liegt darin, dass Typeneigenschaften für alle Bauteile eines Bauteiltyps gelten, während Exempleigenschaften für nur für ausgewählte Elemente gültig sind. Grundsätzlich werden für die Mengenermittlungen Typeneigenschaften erzeugt, die Parameter „Unterstellhöhe (m)“ und „Höhe Oberkante (m)“ sind jedoch als Exempleigenschaften definiert, da diese nicht für den gesamten Bauteiltyp gelten sollen. In der Regel wird der Parametertyp „Text“ verwendet, für den Bewehrungsgrad, die Unterstellhöhe und die Höhe Oberkante wird der Parametertyp als „Zahl“ definiert, damit dieser in der Mengenermittlung korrekt verwendet werden kann. Unter der Option „Parameter gruppieren unter“ wird der Bereich „Daten“ ausgewählt, in dem in der Folge im Typen- oder Exempleigenschaftsfenster die neuen Eigenschaften aufscheinen. Um diese neuen Eigenschaften schließlich über IFC zu exportieren, müssen zudem die Exporteinstellungen wie folgt angepasst werden:

Datei → Exportieren → IFC → Einrichtung ändern → Eigenschaftssätze → die Option „Revit-Eigenschaftssätze exportieren“ auswählen

5.1 Auswahlgruppen

Die Tab. 5.2 gibt einen Überblick über sämtliche Auswahlgruppen, die für die Mengenermittlungen in iTWO zur Anwendung kommen. Die Erläuterung des Begriffs „Auswahlgruppe“ kann in Kapitel 2.2.3 nachgelesen werden. Darin werden die für die Erstellung der einzelnen Auswahlgruppen notwendigen Klassen und Merkmale aufgelistet. Wie in den Protokollen werden den Bezeichnungen der Klassen und Merkmale in iTWO die IFC-Bezeichnungen gegenübergestellt.

Tab. 5.2: Übersicht über die verwendeten Auswahlgruppen

Name Auswahlgruppe	Klassen/Merkmale für Erstellung der Auswahlgruppe	
	iTWO	IFC
Alle Bodenaufbauten	Bauteiltyp == 'Slab'	ifcSlab
	Pset_SlabCommon\LoadBearing == 'False'	Pset_SlabCommon\LoadBearing == 'False'
Alle Toiletten	Bauteiltyp == 'Space'	ifcSpace
	ifcLongName == 'WC'	ifcPropertySingleValue('Name',\$,IFCTEXT('WC'),\$)
Alle Wände	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
Balken Stahlbeton	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
Balken und Stützen Stahlbeton	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
Decken/Kragplatten Stahlbeton	Bauteiltyp == 'Slab'	ifcSlab
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt'
Fundamentplatten Stahlbeton	Bauteiltyp == 'Foundation_Slab'	ifcFooting
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt'

Stützen Stahlbeton	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
Wände Stahlbeton	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
Wände Ziegelmauerwerk	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	MaterialName == 'Mauerwerk - Ziegel'	ifcMaterial == 'Mauerwerk - Ziegel'
Wärmedämmung Außenwände	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	MaterialName == 'Dämmung - hart'	ifcMaterial == 'Dämmung - hart'
	MaterialName == 'Dämmung - weich'	ifcMaterial == 'Dämmung - weich'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True'

Alle zur Erstellung der notwendigen Auswahlgruppen erforderlichen Beschreibungen und Merkmale sind im importierten Modell vorhanden. Dadurch können die für die jeweiligen Berechnungen gewünschten Bauteile ohne Probleme gefiltert werden.

5.2 Ermittlung der Nettomengen anhand IFC2x3

In diesem Kapitel erfolgt die Mengenermittlung der verschiedenen Bauteile abzüglich aller Öffnungen. Dadurch erhält man die tatsächliche Menge an verbauten Materialien. Der Unterschied zwischen Brutto, Netto und Berechnung nach den Werkvertragsnormen wird in Abb. 5.1 dargestellt. Im ersten Beispiel wird die Menge brutto und damit das Volumen ohne Abzug der Öffnungen ermittelt. Der zweite Fall berechnet das Volumen netto, d. h. abzüglich der Öffnungen. Das dritte Beispiel zeigt die Mengenermittlung gemäß Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB), die in Deutschland gilt und mit den Werkvertragsnormen in Österreich vergleichbar ist. Hier werden Öffnungen bis zu einer bestimmten Größe nicht abgezogen.

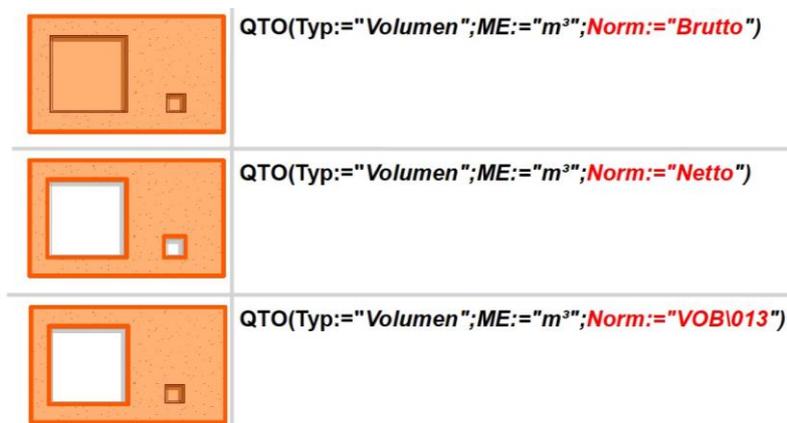


Abb. 5.1: Unterscheidung zwischen Brutto, Netto und Berechnung nach Werkvertragsnorm¹²²

¹²² Abbildung von RIB Software SE, *iTWO Benutzerhandbuch: CPI-Modell und Mengenabfragen in RIB iTWO*, (RIB Software SE, 2018), S. 25.

5.2.1 LG 07 Beton- und Stahlbetonarbeiten

Im Zuge der Berechnungen wird das Volumen der Stahlbetonbauteile des Gebäudemodells abzüglich aller Öffnungen und somit die Nettobetonmenge ermittelt. Darüber hinaus werden die Nettomengen der benötigten Schalung und Bewehrung berechnet. Dafür werden folgende Positionen berücksichtigt:

- ◆ ULG 0701 Flachgründungen, Bodenkonstruktionen
 - 070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm
 - 070107S Schalung Fundamentplatte
 - 070107V Bewehrung Stabst. Fundamentplatte
 - 070107W Bewehrung Matten Fundamentplatte
- ◆ ULG 0702 Wände, Balken und Stützen
 - 070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m
 - 070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m
 - 070201S Betonwand Schalung b.3,2m
 - 070201V Bewehrung Stabst. Betonwand b.3,2m
 - 070201W Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m
 - 070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m
 - 070203S Betonwand Schalung ü.3,2m
 - 070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m
 - 070214D Beton Stützen ü.0,05m² C25/30 b.3,2m
 - 070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m
 - 070214T Bewehrung Stabst. Beton Stützen b.3,2m
 - 070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m
 - 070218S Schalung Beton Balk/Rost b.3,2m
 - 070218V Bewehrung Stabst. Beton Balk/Rost b.3,2m
- ◆ ULG 0703 Decken
 - 070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m
 - 070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m
 - 070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m
 - 070301V Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2m
 - 070301W Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2m

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.4 bis Tab. 5.26 dokumentiert. Für die Ermittlung der verbauten Menge an Bewehrung werden die Werte der Tab. 5.3 herangezogen. Diese Werte werden schon in Autodesk Revit für die verschiedenen Bauteile manuell in Form von Typeneigenschaften (Siehe S. 49-50) eingegeben.

Tab. 5.3: Angaben zur Bewehrungsmenge¹²³

Bauteil	Bewehrungsanteil
Fundamentplatte Stabstahl	5 kg/m ²
Fundamentplatte Matte	35 kg/m ²
Außenwand Stabstahl	10 kg/m ³
Außenwand Matte	90 kg/m ³
Innenwand Matte	40 kg/m ³
Stützen Stabstahl	120 kg/m ³
Decken Stabstahl	10 kg/m ³
Decken Matte	90 kg/m ³
Balken Stabstahl	120 kg/m ³

ULG 0701 Flachgründungen, Bodenkonstruktionen**070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm**

Tab. 5.4: Nettomengenermittlung 070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm

Position	070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm	
Auswahlgruppe	Fundamentplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(0,30[m])")	
Mengenabfrage	60,00 m ³	60,00 m ³

Der genaue Aufbau und eine detaillierte Erläuterung zu dem Inhalt der Tab. 5.4 und aller folgenden Protokollierungstabellen der Mengenermittlungen bzw. zu der Vorgehensweise können auf den Seiten 48 und 49 nachgelesen werden. Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die Mengeneinheit (ME) mit „m³“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

070107S Schalung Fundamentplatte

Tab. 5.5: Nettomengenermittlung 070107S Schalung Fundamentplatte

Position	070107S Schalung Fundamentplatte	
Auswahlgruppe	Fundamentplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	-	-
QTO-Formel	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2")	
Mengenabfrage	18,00 m ²	18,00 m ²

¹²³ vgl. Goger, *Bauprozessplanung, Studienblätter zur Vorlesung* (TU Wien, 2018).

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel wird die Fläche der Randschalung berechnet und die ME mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

070107V Bewehrung Stabst. Fundamentplatte

Tab. 5.6: Nettomengenermittlung 070107V Bewehrung Stabst. Fundamentplatte

Position	070107V Bewehrung Stabst.Fundamentplatte	
Auswahlgruppe	Fundamentplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Bewehrungsgrad Stabstahl Fundament (kg/m ²)	ifcMaterial('Bewehrungsgrad Stabstahl Fundament (kg/m ²)')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m ² ") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Stabstahl Fundament (kg/m ²)}")	
Mengenabfrage	1.000,00 kg	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird mit der Bodenfläche und dem Bewehrungsgrad die Menge an Stabstahl berechnet. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da die Bewehrung in Revit nur über Bewehrungsgradangaben für die verschiedenen Bauteile berücksichtigt, jedoch nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

070107W Bewehrung Matten Fundamentplatte

Tab. 5.7: Nettomengenermittlung 070107W Bewehrung Matten Fundamentplatte

Position	070107W Bewehrung Matten Fundamentplatte	
Auswahlgruppe	Fundamentplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Bewehrungsgrad Matten Fundament (kg/m ²)	ifcMaterial('Bewehrungsgrad Matten Fundament (kg/m ²)')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m ² ") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Matten Fundament (kg/m ²)}")	
Mengenabfrage	7.000,00 kg	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird mit der Bodenfläche und dem Bewehrungsgrad die Menge an Bewehrungsmatten berechnet. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da die Bewehrung in Revit nur über Bewehrungsgradangaben für die verschiedenen Bauteile berücksichtigt, jedoch nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

ULG 0702 Wände, Balken und Stützen**070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m****Tab. 5.8: Nettomengenermittlung 070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m**

Position	070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB <=(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	
Mengenabfrage	3,00 m ³	3,00 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m³“ angegeben. Wie das Merkmal der Festigkeitsklasse zeigt, wird dieses ohne den Bezeichnungszusatz „(Type)“ ausgewiesen, obwohl diese Information in Autodesk Revit als Typeneigenschaft definiert wurde. Eine Analyse der Eigenschaften in RIB iTWO zeigt, dass Typeneigenschaften für Decken mit dem Zusatz „(Type)“ ausgewiesen werden, während diese Bezeichnung bei Wänden, Stützen und Balken fehlt. Dieser Umstand zieht sich über alle Positionen durch. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m**Tab. 5.9: Nettomengenermittlung 070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m**

Position	070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB >(0,20[m]) und TiefeOptOBB <=(0,30[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	
Mengenabfrage	63,59 m ³	63,60 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m³“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

070201S Betonwand Schalung b.3,2m**Tab. 5.10: Nettomengenermittlung 070201S Betonwand Schalung b.3,2m**

Position	070201S Betonwand Schalung b.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
QTO-Formel	$\begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}="Mantelfläche";\text{ME}="m^2";\text{Bauteil}="HöheOptOBBxy \leq (3,20[m]);\text{Abzug}="Attribut\{MaterialName\} == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'") \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}="Mantelfläche";\text{ME}="m^2";\text{Bauteil}="Bauteiltyp == 'Wall' und HöheOptOBBxy \leq (3,20[m]);\text{Bauteiltyp} == 'Opening'") \end{aligned}$	
Mengenabfrage	563,99 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel berechnet im ersten Teil die Schalfläche der Stahlbetonwände abzüglich der Stöße an andere Stahlbetonwände. Im zweiten Teil werden noch die Schalflächen der Öffnungen in den Stahlbetonwänden addiert. Die ME ist in der Abfrage mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Schalungsfläche von Wänden lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden.

070201V Bewehrung Stabst. Betonwand b.3,2m**Tab. 5.11: Nettomengenermittlung 070201V Bewehrung Stabst. Betonwand b.3,2m**

Position	070201V Bewehrung Stabst. Betonwand b.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m ³)	ifcMaterial('Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m ³)')
QTO-Formel	$\begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}="Volumen";\text{ME}="m^3";\text{Bauteil}="HöheOptOBBxy \leq (3,20[m])") \\ & * \\ & \text{QTO}(\text{Typ}="Attribut\{Daten\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m^3)\}") \end{aligned}$	
Mengenabfrage	390,26 kg	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird mit dem Volumen und dem Bewehrungsgrad die Menge an Stabstahl berechnet. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da die Bewehrung in Revit nur über Bewehrungsgradangaben für die verschiedenen Bauteile berücksichtigt, jedoch nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

070201W Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m**Tab. 5.12: Nettomengenermittlung 070201W Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m**

Position	070201W Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Bewehrungsgrad Matten (kg/m ³)	ifcMaterial('Bewehrungsgrad Matten (kg/m ³)')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m ³ ";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])") *	
Mengenabfrage	4.615,11 kg	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird mit dem Volumen und dem Bewehrungsgrad die Menge an Bewehrungsmatten berechnet. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da die Bewehrung in Revit nur über Bewehrungsgradangaben für die verschiedenen Bauteile berücksichtigt, jedoch nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m**Tab. 5.13: Nettomengenermittlung 070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m**

Position	070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m ³ ";Bauteil:="TiefeOptOBB <=(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy >(3,20[m])")	
Mengenabfrage	9,10 m ³	9,10 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m³“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

070203S Betonwand Schalung ü.3,2m**Tab. 5.14: 070203S Betonwand Schalung ü.3,2m**

Position	070203S Betonwand Schalung ü.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
QTO-Formel	$\begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}="Mantelfläche";\text{ME}="m^2";\text{Bauteil}="HöheOptOBBxy >(3,20[m]);\text{Abzug}="Attribut\{MaterialName\} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt'") \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}="Mantelfläche";\text{ME}="m^2";\text{Bauteil}="Bauteiltyp =='Wall' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);\text{Bauteiltyp} =='Opening'") \end{aligned}$	
Mengenabfrage	95,00 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel berechnet im ersten Teil die Schalfläche der Stahlbetonwände abzüglich der Stöße an andere Stahlbetonwände. Im zweiten Teil werden noch die Schalflächen der Öffnungen in den Stahlbetonwänden addiert. Die ME ist in der Abfrage mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Schalungsfläche von Wänden lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden.

070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m**Tab. 5.15: 070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m**

Position	070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Bewehrungsgrad Matten (kg/m ³)	ifcMaterial('Bewehrungsgrad Matten (kg/m ³)')
QTO-Formel	$\begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}="Volumen";\text{ME}="m^3";\text{Bauteil}="HöheOptOBBxy >(3,20[m])") \\ & * \\ & \text{QTO}(\text{Typ}="Attribut\{Daten\Bewehrungsgrad Matten (kg/m^3)\}") \end{aligned}$	
Mengenabfrage	364,00 kg	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird mit dem Volumen und dem Bewehrungsgrad die Menge an Bewehrungsmatten berechnet. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da die Bewehrung in Revit nur über Bewehrungsgradangaben für die verschiedenen Bauteile berücksichtigt, jedoch nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

070214D Beton Stützen ü.0,05m2 C25/30 b.3,2m**Tab. 5.16: Nettomengenermittlung 070214D Beton Stützen ü.0,05m2 C25/30 b.3,2m**

Position	070214D Beton Stützen ü.0,05m2 C25/30 b.3,2m	
Auswahlgruppe	Stützen Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bodenfläche >(0,05[m2]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	
Mengenabfrage	0,34 m ³	0,34 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m³“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m**Tab. 5.17: Nettomengenermittlung 070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m**

Position	070214N Schal.Beton Stützen rechteckig b.3,2m	
Auswahlgruppe	Stützen Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	-	-
QTO-Formel	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	
Mengenabfrage	5,40 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Schalungsfläche von Stützen lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden.

070214T Bewehrung Stabst. Beton Stützen b.3,2m**Tab. 5.18: Nettomengenermittlung 070214T Bewehrung Stabst. Beton Stützen b.3,2m**

Position	070214T Bewehrung Stabst.Beton Stützen b.3,2m	
Auswahlgruppe	Stützen Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)	ifcMaterial('Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])") *	
	QTO(Typ:="Attribut{Daten\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)}")	
Mengenabfrage	40,50 kg	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird mit dem Volumen und dem Bewehrungsgrad die Menge an Stabstahl berechnet. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da die Bewehrung in Revit nur über Bewehrungsgradangaben für die verschiedenen Bauteile berücksichtigt, jedoch nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m

Tab. 5.19: Nettomengenermittlung 070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m

Position	070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m	
Auswahlgruppe	Balken Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcBeam('Unterstellhöhe (m)')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB >(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20")	
Mengenabfrage	1,82 m ³	1,82 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m³“ angegeben. Es wird versucht, die Unterstellhöhe, die gemäß Position maximal 3,20 m beträgt, mit dem Befehl „UnterkanteMax“ in der QTO-Formel zu berücksichtigen. Die Software erkennt jedoch die darunterliegende Decke nicht als Referenzhöhe an, weshalb der Befehl nicht ordnungsgemäß funktioniert und keine Auswirkung auf die Berechnung hat. Deshalb muss in Revit der Exemplarparameter „Unterstellhöhe (m)“ erzeugt werden, über den die Unterstellhöhe in die Berechnung miteinbezogen wird. Dieser Umstand gilt für alle weiteren Positionen, die eine Information zur Unterstellhöhe von Balken benötigen. Als generelle Lösung ist diese Vorgehensweise nicht sinnvoll. Hier bedarf es einer Verbesserung in iTWO, um zukünftig die Bedingung der Unterstellhöhe korrekt verwenden zu können. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

ULG 0703 Decken**070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m****Tab. 5.22: Nettomengenermittlung 070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m**

Position	070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m	
Auswahlgruppe	Decken/Kragplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m ³ ";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBB <=(0,25[m]) und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20")	
Mengenabfrage	121,67 m ³	121,67 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m³“ angegeben. Es wird versucht, die Unterstellhöhe, die gemäß Position maximal 3,20 m beträgt, mit dem Befehl „UnterkanteMax“ in der QTO-Formel zu berücksichtigen. Die Software erkennt jedoch die darunterliegende Decke nicht als Referenzhöhe an, weshalb der Befehl nicht ordnungsgemäß funktioniert und keine Auswirkung auf die Berechnung hat. Deshalb muss in Revit der Exemplarparameter „Unterstellhöhe (m)“ erzeugt werden, über den die Unterstellhöhe in die Berechnung miteinbezogen wird. Dieser Umstand gilt für alle weiteren Positionen, die eine Information zur Unterstellhöhe von Decken benötigen. Als generelle Lösung ist diese Vorgehensweise nicht sinnvoll. Hier bedarf es einer Verbesserung in iTWO, um zukünftig die Bedingung der Unterstellhöhe korrekt verwenden zu können. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m**Tab. 5.23: Nettomengenermittlung 070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m**

Position	070301S Schalung D/Kragpl.Untersicht b.3,2m	
Auswahlgruppe	Decken/Kragplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
	Pset_BeamCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_BeamCommon\LoadBearing == 'True'
	Pset_ColumnCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_ColumnCommon\LoadBearing == 'True'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m ² ";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20";Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' oder Attribut{Pset_BeamCommon\LoadBearing} =='True' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\LoadBearing} =='True' oder Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True' ")	
Mengenabfrage	541,30 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Berechnet werden die Bodenflächen der Decken abzüglich der Stöße an andere tragende Bauteile. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Schalungsfläche von Decken lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden.

070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m

Tab. 5.24: Nettomengenermittlung 070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m

Position	070301T Schalung D/Kragpl.Roste b.3,2m	
Auswahlgruppe	Decken/Kragplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Slab'	ifcSlab
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Mantelfläche"; ME:="m2"; Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") + QTO(Typ:="Mantelfläche"; ME:="m2"; Bauteil:="Bauteiltyp =='Slab' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20; Bauteiltyp =='Opening'")	
Mengenabfrage	56,39 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Berechnet werden die Randschalungsflächen der Decken und Kragplatten sowie die Randschalungsflächen der Deckenöffnungen. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Schalungsfläche von Decken lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden.

070301V Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2m

Tab. 5.25: Nettomengenermittlung 070301V Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2m

Position	070301V Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2m	
Auswahlgruppe	Decken/Kragplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)	ifcMaterial('Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)')
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
QTO-Formel	QTO(Typ:="Volumen"; ME:="m3"; Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)}")	
Mengenabfrage	1.216,73 kg	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird mit dem Volumen und dem Bewehrungsgrad die Menge an Stabstahl berechnet. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da die Bewehrung in Revit nur über Bewehrungsgradangaben für die verschiedenen Bauteile berücksichtigt, jedoch nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

070301W Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2m

Tab. 5.26: Nettomengenermittlung 070301W Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2m

Position	070301W Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2m	
Auswahlgruppe	Decken/Kragplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Bewehrungsgrad Matten (kg/m3)	ifcMaterial('Bewehrungsgrad Matten (kg/m3)')
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
QTO-Formel	$QTO(\text{Typ}:=\text{"Volumen";ME}:=\text{"m3";Bauteil}:=\text{"Attribut\{Daten\Unterstellhöhe (m)\} <=3,20"} * QTO(\text{Typ}:=\text{"Attribut\{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Matten (kg/m3)\}"}))$	
Mengenabfrage	10.950,53 kg	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird mit dem Volumen und dem Bewehrungsgrad die Menge an Bewehrungsmatten berechnet. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da die Bewehrung in Revit nur über Bewehrungsgradangaben für die verschiedenen Bauteile berücksichtigt, jedoch nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

Zusammenfassung LG 07 Beton- und Stahlbetonarbeiten

Für das behandelte Gebäudemodell können die Mengenermittlungen der Beton- und Stahlbetonarbeiten in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale der Stahlbetonbauteile zur exakten Mengenermittlung übermittelt. Die minimale Mengenabweichung zwischen iTWO und IFC bei der Position 0702011 (Siehe S. 55) lässt sich nach genauer Betrachtung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen. Der Mengenvergleich zwischen iTWO und Revit/IFC ist für den Großteil der Schalungspositionen und sämtliche Bewehrungspositionen nicht möglich, da zum einen in Revit die korrekte Schalungsfläche nicht berechnet werden kann, zum anderen die Bewehrung in Revit nicht modelliert ist und daher eine Mengenermittlung in dieser Software ebenfalls nicht durchführbar ist.

5.2.2 LG 08 Mauerarbeiten

Für die Mauerwerksbauteile wird das Flächenmaß von der Aufstandsfläche bis zur Oberkante abzüglich aller Öffnungen festgestellt. Dafür werden folgende Positionen berücksichtigt:

- ◆ ULG 0802 Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)
 - 080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m
 - 080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m
- ◆ ULG 0806 Zwischenwände (nicht tragende Wände)
 - 080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.27 bis Tab. 5.29 dokumentiert.

ULG 0802 Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)

080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m

Tab. 5.27: Nettomengenermittlung 080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m

Position	080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Ziegelmauerwerk	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	-	-
QTO-Formel	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="TiefeOptOBB == (0,20[m]) und HöheOptOBBxy <= (3,20[m])")	
Mengenabfrage	41,44 m ²	41,44 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m

Tab. 5.28: Nettomengenermittlung 080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m

Position	080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Ziegelmauerwerk	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	-	-
QTO-Formel	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="TiefeOptOBB == (0,25[m]) und HöheOptOBBxy <= (3,20[m])")	
Mengenabfrage	395,51 m ²	395,50 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Die

Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

ULG 0806 Zwischenwände (nicht tragende Wände)

080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m

Tab. 5.29: Nettomengenermittlung 080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m

Position	080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m	
Auswahlgruppe	Wände Ziegelmauerwerk	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	-	-
QTO-Formel	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="TiefeOptOBB == (0,12[m]) und HöheOptOBBxy <= (3,20[m])")	
Mengenabfrage	292,70 m ²	292,70 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

Zusammenfassung LG 08 Mauerarbeiten

Für das behandelte Gebäudemodell können die Mengenermittlungen der Mauerarbeiten in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale der Mauerwerksbauteile zur exakten Mengenermittlung übermittelt. Die minimale Mengenabweichung zwischen iTWO und IFC bei der Position 080201C lässt sich nach genauer Betrachtung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

5.2.3 LG 10 Putz

Die Flächenermittlung des Innenputzes wird an allen innenliegenden Bauteilen des Gebäudes durchgeführt. Die Laibungsflächen an Öffnungen werden dabei nicht berücksichtigt. Der Innenputz wurde in Autodesk Revit nicht modelliert und muss daher einzig über die Flächen der Innenbauteile berechnet werden. Die Positionen lauten:

- ◆ ULG 1001 Innenputz IP auf Wänden W
 - 100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton
 - 100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente
 - 100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton
 - 100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton
 - 100151A Az IP W f.Pfeiler
- ◆ ULG 1002 Innenputz IP auf Wänden W
 - 100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.30 bis Tab. 5.35 dokumentiert.

ULG 1001 Innenputz auf Wänden W

100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton

Tab. 5.30: Nettomengenermittlung 100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton

Position	100111A1 Kalkzement IP W b.3,2m: Untergrund Beton	
Auswahlgruppe	'Alle Wände' & 'Balken und Stützen Stahlbeton'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Daten\Höhe Oberkante (m)	ifcBeam('Höhe Oberkante (m)')
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	QTO(Typ:="FlächeMin";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} == 'True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} == 'True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} == 'True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} == 'False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} == 'False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} == 'False'") +	

Fortsetzung QTO-Formel	<p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m²";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeSeitenflächen";ME:="m²";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Höhe Oberkante (m)} <=3,20";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m²";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p>	
Mengenabfrage	385,42 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Im ersten Teil der QTO-Formel wird die innenliegende Fläche der Außenwände aus Stahlbeton abzüglich der Öffnungen und der Stöße an Innenbauteile berechnet. Der zweite Teil dient zur Ermittlung der verputzten Flächen an den Innenwänden aus Stahlbeton abzüglich der Öffnungen und der Stöße an andere Bauteile. Im dritten und vierten Teil der Formel werden die Seitenflächen des Balkens im EG und die verputzten Flächen der beiden Stahlbetonstützen addiert. Um die in der Position angegebenen maximalen Höhe von 3,20 m in der QTO-Formel zu berücksichtigen, wird für den Balken versucht, die Höhe der Oberkante des Balkens mit dem Befehl „OberkanteMax“ unter Anwendung eines unteren und oberen Höhenbezugs zu ermitteln. Die Software erkennt jedoch die darunterliegende Decke nicht als Referenzhöhe an, weshalb der Befehl nicht ordnungsgemäß funktioniert und keine Auswirkung auf die Berechnung hat. Deshalb muss in Revit der Exemplarparameter „Höhe Oberkante (m)“ erzeugt werden, über den die maximale Höhe des Balkens in die Berechnung miteinbezogen wird. Dieser Umstand gilt für alle weiteren Positionen, die eine Information zur Höhe der Oberkante von Balken benötigen. Als generelle Lösung ist diese Vorgehensweise nicht sinnvoll. Hier bedarf es einer Verbesserung in iTWO, um zukünftig die Bedingung der maximalen Oberkantenhöhe korrekt verwenden zu können. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente

Tab. 5.31: Nettomengenermittlung 100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente

Position	100111A2 Kalkzement IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente	
Auswahlgruppe	Alle Wände	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	ifcBuildingStoreyName <> 'OG 3-OK RFB'	ifcBuildingStoreyName <> 'OG 3-OK RFB'
	MaterialName == 'Mauerwerk - Ziegel'	ifcMaterial == 'Mauerwerk - Ziegel'
	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	$ \begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"FlächeMin"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Attribut\{MaterialName\} == 'Mauerwerk - Ziegel' und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} == 'True' und HöheOptOBBxy} \leq (3,20[\text{m}]) \text{ und Attribut\{ifcBuildingStoreyName\} <> 'OG 3-OK RFB' "}; \text{Abzug}:=\text{"(Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} == 'True' und Attribut\{Pset_WallCommon\LoadBearing\} == 'True') oder Attribut\{Pset_BeamCommon\IsExternal\} == 'False' oder Attribut\{Pset_ColumnCommon\IsExternal\} == 'False' oder Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} == 'False'"}) \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Mantelfläche"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Attribut\{MaterialName\} == 'Mauerwerk - Ziegel' und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} == 'False' und HöheOptOBBxy} \leq (3,20[\text{m}])"; \text{Abzug}:=\text{"(Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} == 'True' und Attribut\{Pset_WallCommon\LoadBearing\} == 'True') oder Attribut\{Pset_BeamCommon\IsExternal\} == 'False' oder Attribut\{Pset_ColumnCommon\IsExternal\} == 'False' oder Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} == 'False'"}) \end{aligned} $	
Mengenabfrage	1.041,73 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Im ersten Teil der QTO-Formel wird die innenliegende Fläche der Außenwände aus Ziegelmauerwerk abzüglich der Öffnungen und der Stöße an Innenbauteilen berechnet. Der Einsatz des Merkmals „ifcBuildingStoreyName <> ,OG 3- OK RFB“ soll gewährleisten, dass die Wandfläche der Attika aus Ziegelmauerwerk nicht in die Berechnung miteinbezogen wird. Der zweite Teil dient zur Ermittlung der verputzten Flächen an den Innenwänden aus Ziegelmauerwerk abzüglich der Öffnungen und der Stöße an andere Bauteile. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton**Tab. 5.32: Nettomengenermittlung 100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton**

Position	100111A3 Kalkzement IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton	
Auswahlgruppe	Alle Wände	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Layer 1\Material == 'Trockenbau - Gipsplatte'	ifcMaterial == 'Trockenbau - Gipsplatte'
	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m ² ";Bauteil:="Attribut{Layer 1\Material} == 'Trockenbau - Gipsplatte' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} == 'True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} == 'True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} == 'False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} == 'False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} == 'False'")	
Mengenabfrage	218,42 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel berechnet die verputzten Flächen an den Innenwänden aus Gipskarton abzüglich der Öffnungen und der Stöße an andere Bauteile. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton

Tab. 5.33: Nettomengenermittlung 100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton

Position	100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton	
Auswahlgruppe	'Alle Wände' & 'Balken und Stützen Stahlbeton'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Daten\Höhe Oberkante (m)	ifcBeam('Höhe Oberkante (m)')
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'False'
Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	
QTO-Formel	<p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName }=='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal}=='False' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal}=='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing}=='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal}=='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal}=='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal}=='False'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeSeitenflächen";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Höhe Oberkante (m)} >3,20";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal}=='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing}=='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal}=='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal}=='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal}=='False'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal}=='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing}=='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal}=='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal}=='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal}=='False'")</p>	
Mengenabfrage	95,00 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Im ersten Teil werden die verputzten Flächen an den Innenwänden aus Stahlbeton abzüglich der Öffnungen und der Stöße an andere Bauteile ermittelt. Der zweite und dritte Teil fungiert zur Addition der Seitenflächen von Stahlbetonbalken und der verputzten Flächen von Stahlbetonstützen abzüglich der Stöße an andere Bauteile. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da der Innenputz in Revit

nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

100151A Az IP W f.Pfeiler

Tab. 5.34: Nettomengenermittlung 100151A Az IP W f.Pfeiler

Position	100151A Az IP W f.Pfeiler	
Auswahlgruppe	Stützen Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column';Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")	
Mengenabfrage	4,05 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird die Mantelfläche der Stützen abzüglich der Stöße an andere Bauteile berechnet. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

ULG 1002 Innenputz IP auf Decken D**100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton****Tab. 5.35: Nettomengenermittlung 100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton**

Position	10.02.11A Kalkzement IP D b.3,2m: Untergrund Beton	
Auswahlgruppe	'Decken/Kragplatten Stahlbeton' & 'Balken Stahlbeton'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcBeam('Unterstellhöhe (m)') / ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
QTO-Formel	$ \begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Bodenfläche"}; \text{Bauteil}:=\text{"Attribut\{Pset_SlabCommon\IsExternal\} == 'False' und Attribut\{Daten\Unterstellhöhe (m)\} <= 3,20"}; \text{Abzug}:=\text{"Bauteiltyp == 'Beam' oder Bauteiltyp == 'Column' oder Bauteiltyp == 'Wall'"}) \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Bodenfläche"}; \text{ME}:=\text{"m}^2\text{"}; \text{Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp == 'Beam' und Attribut\{Daten\Unterstellhöhe (m)\} <= 3,20"}; \text{Abzug}:=\text{"Bauteiltyp == 'Beam' oder Bauteiltyp == 'Column' oder Bauteiltyp == 'Wall'"}) \end{aligned} $	
Mengenabfrage	486,00 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Im ersten Teil werden die verputzten Flächen an den Geschosdecken aus Stahlbeton abzüglich der Stöße an andere Bauteile ermittelt. Der zweite Teil fungiert zur Addition der verputzten Unterseiten von Stahlbetonbalken abzüglich der Stöße an andere Bauteile. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

Zusammenfassung LG 10 Putz

Für das behandelte Gebäudemodell können die Mengenermittlungen der Putzarbeiten in iTWO problemlos durchgeführt werden. Der behandelte Innenputz ist in Revit nicht modelliert, dennoch werden von der IFC-Datei alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale zur exakten Mengenermittlung übermittelt. Die Mengen werden dabei über die verputzte Innenfläche der Außenwände sowie die verputzte Oberfläche der Innenbauteile berechnet. Der Mengenvergleich zwischen iTWO und Revit/IFC ist für sämtliche Positionen nicht möglich, da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist und daher eine Mengenermittlung in dieser Software nicht durchführbar ist.

5.2.4 LG 11 Estricharbeiten

Der Fußbodenaufbau innerhalb des Gebäudes wird in Autodesk Revit modelliert. Dabei tritt ein für diese Arbeit interessanter Aspekt auf. Beim Einfügen von Türen in die Wände wird in Revit der Bodenaufbau nicht automatisch in den Türstockbereich übernommen. Daher stellt sich die Frage, ob es für die Mengenermittlung sinnvoller ist, den entsprechenden Fußbodenaufbau in alle Türstöcke einzuzeichnen, oder die nicht modellierten Bereiche durch die QTO-Formeln zu berücksichtigen. In diesem Kapitel wird versucht, die fehlenden Flächen durch geeignete Abfragen in RIB iTWO miteinzurechnen. Des Weiteren weisen die vier Balkone einen Fußbodenaufbau auf. Teile dieses Aufbaus fallen ebenfalls in den Bereich der Estricharbeiten. Die Mengenermittlungen für Estricharbeiten wird für folgende Positionen durchgeführt:

- ◆ ULG1121 Vorbereiten des Untergrundes
 - 112104B Niveausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm
- ◆ ULG1122 Trenn- und Dämmschichten
 - 112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30
- ◆ ULG1124 Unterlagsestriche
 - 112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225
 - 112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.36 bis Tab. 5.39 dokumentiert.

ULG 1121 Vorbereiten des Untergrundes

112104B Niveausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm

Tab. 5.36: Nettomengenermittlung 112104B Niveausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm

Position	112104B Niveausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm	
	iTWO	IFC
Auswahlgruppe	'Alle Bodenaufbauten' & 'Alle Wände'	
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWall
	Layer 2\Material == 'Fußboden - Schüttung'	ifcMaterial == 'Fußboden - Schüttung'
	Layer 2\Width	ifcMaterialLayer
	Layer 4\Material == 'Fußboden - Schüttung'	ifcMaterial == 'Fußboden - Schüttung'
	Layer 4\Width	ifcMaterialLayer
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	

QTO-Formel	$ \begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Bodenfläche";ME}:=\text{"m2";Bauteil}:=\text{"Attribut\{Pset_SlabCommon\IsExternal\} ==\text{'False'} \text{ und Attribut\{Layer 4\Material\} ==\text{'Fußboden - Schüttung'} \text{ und Attribut\{Layer 4\Width\} > (0,05[m]) \text{ und Attribut\{Layer 4\Width\} <= (0,10[m])"} \\ & \quad * \\ & \quad \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Attribut\{Layer 4\Width\}";Bauteil}:=\text{"Attribut\{Pset_SlabCommon\IsExternal\} ==\text{'False'} \text{ und Attribut\{Layer 4\Material\} ==\text{'Fußboden - Schüttung'"} \\ & \quad + \\ & \quad \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Deckenfläche";ME}:=\text{"m2";Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp ==\text{'Wall'} \text{ und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} ==\text{'True'} \text{ und Attribut\{Pset_WallCommon\LoadBearing\} ==\text{'True'};Bauteiltyp ==\text{'Opening'} \text{ und HöheOptOBBxy >= (2,00[m])"})*0,09 \\ & \quad + \\ & \quad \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Deckenfläche";ME}:=\text{"m2";Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp ==\text{'Wall'} \text{ und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} ==\text{'False'};Bauteiltyp ==\text{'Opening'} \text{ und HöheOptOBBxy >= (2,00[m])"})*0,09 \\ & \quad + \\ & \quad \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Bodenfläche";ME}:=\text{"m2";Bauteil}:=\text{"Attribut\{Pset_SlabCommon\IsExternal\} ==\text{'True'} \text{ und Attribut\{Layer 2\Material\} ==\text{'Fußboden - Schüttung'} \text{ und Attribut\{Layer 2\Width\} > (0,05[m]) \text{ und Attribut\{Layer 2\Width\} <= (0,10[m])"} \\ & \quad * \\ & \quad \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Attribut\{Layer 2\Width\}";Bauteil}:=\text{"Attribut\{Pset_SlabCommon\IsExternal\} ==\text{'True'} \text{ und Attribut\{Layer 2\Material\} ==\text{'Fußboden - Schüttung'"} \end{aligned} $	
Mengenabfrage	45,68 m ³	nicht berechnet in Revit

In dieser Position werden die Schüttungen des Fußbodenaufbaus im Inneren des Gebäudes und des Balkonaufbaus berücksichtigt. Die Schichtdicke der Schüttung im Fußboden beträgt 9 cm und am Balkon 7 cm. Es wird versucht, das Volumen der Schüttungsschichten automatisch mittels der QTO-Formel zu berechnen. Dies ist jedoch nicht möglich, da der Fußbodenaufbau in Revit als ein Deckenelement, bestehend aus mehreren Schichten, modelliert ist. Aufgrund dessen kann das Volumen einzelner Schichten nicht ermittelt werden, sondern nur das Volumen des gesamten Bodenaufbaus. Die direkte Volumenberechnung ist nur dann möglich, wenn der Fußbodenaufbau in einzelnen Schichten exportiert wird. Daher muss die Volumenberechnung für diese Position über die Grundflächen der Bauteile und die Multiplikation mit der Dicke der einzelnen Schichten erfolgen. Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Im ersten Schritt wird in der QTO-Formel die Fläche des in Revit modellierten Bodenaufbaus im Inneren des Modells ermittelt und mit der Schüttungsschichtdicke multipliziert. Der folgende Teil der QTO-Formel berechnet die Bodenflächen in den Türstockbereichen. Mit dem Berechnungstyp „Bodenfläche“ wird versucht, die Grundfläche der Türöffnungen zu ermitteln, jedoch funktioniert der Befehl „Bodenfläche“ bei Öffnungen nicht, weil dieser Befehl auf Wand- und Deckenelementen aufbaut. Der Versuch, diese Problematik mit dem Befehl „Schalter“ zu umgehen, bleibt erfolglos. Daher kommt der Berechnungstyp „Deckenfläche“ zur Anwendung, da diese Fläche der Grundfläche entspricht. Mit den Bauteiltypen „Wall“ und „Opening“ und der Bedingung, dass die Öffnungen mindestens 2 m hoch sind, wird gewährleistet, dass nur die Bodenflächen der Türöffnungen und nicht auch die Grundflächen der Fensteröffnungen berechnet werden. Sollten im Modell deckenhohe Fenster vorhanden sein, kann die beschriebene Vorgehensweise nicht angewendet werden. Aktuell ist ausschließlich eine Verknüpfung von Öffnungen mit den dazugehörigen Türelementen

möglich. Für eine allgemein gültige Lösung wäre eine Verknüpfung von Fenstern sowie Terrassen-/Balkontüren mit den entsprechenden Öffnungen notwendig. Eine direkte Verknüpfung der ermittelten Flächen im Türstockbereich mit der Schichtdicke der Schüttung ist in iTWO nicht möglich, da diese Berechnung kein Ergebnis liefert. Daher muss die Multiplikation für diese Flächen durch manuelle Eingabe der Schichtdicken erfolgen. Abschließend werden die Grundflächen der Balkonaufbauten ermittelt und diese mit der Schüttungsschichtdicke multipliziert. Mit den Angaben zu den Schichtdicken ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die Mengenermittlung kann mit der beschriebenen Methode ohne Probleme durchgeführt werden. Dafür ist jedenfalls die Kenntnis darüber, in welchem Layer (der Fußbodenaufbau setzt sich aus mehreren Layern zusammen – z. B. Layer 1 = Parkettboden, Layer 2 = Estrich, Layer 3 = Trittschalldämmung, Layer 4 = Schüttung) sich die Schüttung im Bodenaufbau befindet, notwendig. Eine automatische Volumenberechnung ist dagegen nicht möglich. Aufgrund der Modellierung des Fußbodenaufbaus als ein Deckenelement bestehend aus mehreren Layern ist eine Volumenberechnung eines einzelnen Layers (hier die Schüttung) in Revit nicht durchführbar. Es können ausschließlich die Fläche und das Volumen des gesamten Fußbodenaufbaus ermittelt werden. Daher ist ein Mengenvergleich zwischen iTWO und IFC für diese Position nicht möglich.

ULG 1122 Trenn- und Dämmschichten

112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30

Tab. 5.37: Nettomengenermittlung 112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30

Position	112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30	
Auswahlgruppe	'Alle Bodenaufbauten' & 'Alle Wände'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWall
	Daten(Type)\Produktart Trittschalldämmung} == 'EPS-T'	ifcMaterial('Produktart Trittschalldämmung')
	Layer 3\Material == 'Fußboden - Trittschall'	ifcMaterial == 'Fußboden - Trittschall'
	Layer 3\Width	ifcMaterialLayer
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	$ \begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Bodenfläche"};\text{ME}:=\text{"m}^2";\text{Bauteil}:=\text{"Attribut\{Pset_SlabCommon\IsExternal\} == 'False' und Attribut\{Layer 3\Material\} == 'Fußboden - Trittschall' und Attribut\{Daten(Type)\Produktart Trittschalldämmung\} == 'EPS-T' und Attribut\{Layer 3\Width\} >=(0,030[m]) und Attribut\{Layer 3\Width\} <=(0,034[m])"} \\ & \quad + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Deckenfläche"};\text{ME}:=\text{"m}^2";\text{Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp == 'Wall' und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} == 'True' und Attribut\{Pset_WallCommon\LoadBearing\} == 'True';Bauteiltyp == 'Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])"} \\ & \quad + \end{aligned} $	

Fortsetzung QTO-Formel	QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")	
Mengenabfrage	479,36 m ²	471,97 m ² (ohne Türstockbereich)

Bei dieser Position handelt es sich um die Trittschalldämmung des Fußbodenaufbaus innerhalb des Gebäudes. Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Im ersten Teil der QTO-Formel wird die Fläche des in Revit modellierten Bodenaufbaus ermittelt. Der zweite Teil berechnet die Bodenflächen in den Türstockbereichen. Mit dem Berechnungstyp „Bodenfläche“ wird versucht, die Grundfläche der Türöffnungen zu ermitteln, jedoch funktioniert der Befehl „Bodenfläche“ bei Öffnungen nicht, weil dieser Befehl auf Wand- und Deckenelementen aufbaut. Der Versuch, diese Problematik mit dem Befehl „Schalter“ zum umgehen, bleibt erfolglos. Daher kommt der Berechnungstyp „Deckenfläche“ zur Anwendung, da diese Fläche der Grundfläche entspricht. Mit den Bauteiltypen „Wall“ und „Opening“ und der Bedingung, dass die Öffnungen mindestens 2 m hoch sind, wird gewährleistet, dass nur die Bodenflächen der Türöffnungen und nicht auch die Grundflächen der Fensteröffnungen berechnet werden. Sollten im Modell deckenhohe Fenster vorhanden sein, kann die beschriebene Vorgehensweise nicht angewendet werden. Aktuell ist ausschließlich eine Verknüpfung von Öffnungen mit den dazugehörigen Türelementen möglich. Für eine allgemein gültige Lösung wäre eine Verknüpfung von Fenstern sowie Terrassen-/Balkontüren mit den entsprechenden Öffnungen notwendig. den Angaben zur Schichtdicke und zur Produktart ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Abfrage angegeben. Die Mengenermittlung kann mit der beschriebenen Methode ohne Probleme durchgeführt werden. Dafür ist jedenfalls die Kenntnis darüber, in welchem Layer sich die Trittschalldämmung im Bodenaufbau befindet, notwendig. Die Differenz der Ergebnisse der Mengenabfragen in iTWO und IFC lässt sich auf den nicht modellierten Bodenaufbau in den Türstockbereichen in Revit zurückführen.

ULG 1124 Unterlagsestriche

112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225

Tab. 5.38: Nettomengenermittlung 112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225

Position	112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225	
Auswahlgruppe	'Alle Bodenaufbauten' & 'Alle Wände'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWall
	Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich == 'E225'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Estrich')
	Layer 2\Material == 'Fußboden - Estrich'	ifcMaterial == 'Fußboden - Estrich'
	Layer 2\Width	ifcMaterialLayer
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'

QTO-Formel	$ \begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Bodenfläche";ME}:=\text{"m2";Bauteil}:=\text{"Attribut\{Pset_SlabCommon\IsExternal\} ==\text{'False'} \text{ und Attribut\{Layer 2\Material\} ==\text{'Fußboden - Estrich'} \text{ und Attribut\{Layer 2\Width\} ==\text{(0,07[m])} \text{ und Attribut\{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich\} ==\text{'E225'"}} \\ & \quad + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Deckenfläche";ME}:=\text{"m2";Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp ==\text{'Wall'} \text{ und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} ==\text{'True'} \text{ und Attribut\{Pset_WallCommon\LoadBearing\} ==\text{'True'};Bauteiltyp ==\text{'Opening'} \text{ und HöheOptOBBxy >=\text{(2,00[m])"} \\ & \quad + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Deckenfläche";ME}:=\text{"m2";Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp ==\text{'Wall'} \text{ und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\} ==\text{'False'};Bauteiltyp ==\text{'Opening'} \text{ und HöheOptOBBxy >=\text{(2,00[m])"} \\ \end{aligned} $	
Mengenabfrage	479,36 m ²	471,97 m ² (ohne Türstockbereich)

Bei dieser Position handelt es sich um den Estrich im Fußbodenaufbau innerhalb des Gebäudes. Die Vorgehensweise entspricht jener der Position „112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30“. Mit den Angaben zur Schichtdicke und zur Festigkeitsklasse ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die Mengenermittlung kann mit der beschriebenen Methode ohne Probleme durchgeführt werden. Dafür ist jedenfalls die Kenntnis darüber, in welchem Layer sich der Estrich im Bodenaufbau befindet, notwendig. Die Differenz der Ergebnisse der Mengenabfragen in iTWO und IFC lässt sich auf den nicht modellierten Bodenaufbau in den Türstockbereichen in Revit zurückführen.

112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225

Tab. 5.39: Nettomengenermittlung 112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225

Position	112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich == 'E225'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Estrich')
	Layer 3\Material == 'Fußboden - Estrich'	ifcMaterial == 'Fußboden - Estrich'
	Layer 3\Width	ifcMaterialLayer
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True'
QTO-Formel	$ \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Bodenfläche";ME}:=\text{"m2";Bauteil}:=\text{"Attribut\{Pset_SlabCommon\IsExternal\} ==\text{'True'} \text{ und Attribut\{Layer 3\Material\} ==\text{'Fußboden - Estrich'} \text{ und Attribut\{Layer 3\Width\} >=\text{(0,05[m])} \text{ und Attribut\{Layer 3\Width\} <=\text{(0,09[m])} \text{ und Attribut\{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich\} ==\text{'E225'"}} $	
Mengenabfrage	36,20 m ²	36,20 m ²

Der Estrich auf den Balkonen wird als Gefälleestrich ausgeführt. Dafür gibt es keine passende Position in der Leistungsbeschreibung Hochbau, daher wird eine Z-Position verwendet und der Estrich mit einer mittleren Dicke von 7 cm abgerechnet. In der QTO-Formel werden als Grenzen die Schichtdicke 5 cm bzw. 9 cm angegeben, da sich die Schichtdicke durch das Gefälle in diesem Bereich befindet. Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen

werden. Mit den Angaben zur Schichtdicke und zur Festigkeitsklasse ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Über die QTO-Formel wird die Bodenfläche ermittelt und die ME mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann mit der beschriebenen Methode ohne Probleme durchgeführt werden. Dafür ist jedenfalls die Kenntnis darüber, in welchem Layer sich der Estrich im Bodenaufbau befindet, notwendig.

Zusammenfassung LG 11 Estricharbeiten

Für den spezifischen Fall des behandelten Gebäudemodells können die Mengenermittlungen der Estricharbeiten in iTWO korrekt durchgeführt werden. Die in den Positionen beschriebenen Problematiken hinsichtlich des nicht modellierten Bodenaufbaus in den Türstockbereichen und auftretender Fehlfunktionen bestimmter Befehle in iTWO verhindern jedoch die Erstellung von allgemeingültigen QTO-Formeln für die betrachteten Positionen. Während für die Position 112104B ein Mengenvergleich zwischen iTWO und IFC nicht möglich ist (Siehe Erläuterungen auf S. 76), lässt sich die Differenz zwischen iTWO und IFC bei den Positionen 112216D und 112403D auf den nicht modellierten Fußbodenaufbau in den Türstockbereichen, der in iTWO über die QTO-Formel berücksichtigt wird, zurückführen. Die Mengen der Position 112405E stimmen überein.

5.2.5 LG 12 Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden

Das Flächenmaß der Perimeterdämmung im Sockelbereich des Gebäudes wird abzüglich aller Öffnungen für folgende Position ermittelt:

- ◆ ULG 1215 Schutz der Abdichtungen
 - 121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm

Die Mengenabfrage ist in Tab. 5.40 dokumentiert.

ULG 1215 Schutz der Abdichtungen

121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm

Tab. 5.40: Nettomengenermittlung 121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm

Position	121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm	
Auswahlgruppe	Wärmedämmung Außenwände	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Produktart Perimeterdämmung == 'XPS-G30/S'	ifcMaterial('Produktart Perimeterdämmung')
	MaterialName == 'Dämmung - hart'	ifcMaterial == 'Dämmung - hart'
QTO-Formel	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Dämmung - hart' und Attribut{Daten\Produktart Perimeterdämmung} =='XPS-G30/S' und TiefeOptOBB ==(0,12[m])")	
Mengenabfrage	52,47 m ²	52,47 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Mit den Angaben zur Dicke und zur Produktart ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB

klassifiziert. Über die QTO-Formel wird die maximale Wandfläche berechnet und die ME mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

Zusammenfassung LG 12 Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden

Für das behandelte Gebäudemodell kann die Mengenermittlung der Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale der Perimeterdämmung zur exakten Mengenermittlung übermitteln.

5.2.6 LG 21 Dachabdichtungsarbeiten

Das Dach des Gebäudes wird als Flachdach ausgeführt. In Autodesk Revit ist der Dachaufbau mit einer Gefälledämmung und einer darauf liegenden Schüttungsschicht modelliert worden. Die Dachfläche wird nach folgenden Positionen abgerechnet:

- ◆ ULG 2112 K3-Warmdach m. Bitumenabdichtung f. ungenutzte Dächer
 - 211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m²
- ◆ ULG 2171 Wärmedämmschichten bei Dachabdichtungsarbeiten
 - 217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.41 und Tab. 5.42 dokumentiert.

ULG 2112 K3-Warmdach m. Bitumenabdichtung f. ungenutzte Dächer

211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m²

Tab. 5.41: Nettomengenermittlung 211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m²

Position	211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m² Mit Kiesauflast. Aufbau bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> • bituminösem Haftanstrich/Trennlage (entfällt bei Untergründen aus Holzwerkstoffen) • Dampfsperre • Wärmedämmung (in eigener Position beschrieben) • Abdichtung aus Polymerbitumen, 2-lagig • Trennschicht • Kies (Korngröße 16 bis 32 mm), Schichtdicke: 10cm 	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Nutzungskategorie Dach == 'K3'	ifcSlab('Nutzungskategorie Dach')
	Layer 1\Material == 'Fußboden - Schüttung'	ifcMaterial == 'Fußboden - Schüttung'
QTO-Formel	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Nutzungskategorie Dach} =='K3' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Schüttung'")	
Mengenabfrage	188,16 m ²	188,20 m ²

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Mit den Angaben zur Nutzungskategorie des Daches ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Über die QTO-Formel wird die Bodenfläche berechnet und die ME mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

ULG 2171 Wärmedämmschichten bei Dachabdichtungsarbeiten

217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm

Tab. 5.42: Nettomengenermittlung 217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm

Position	217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Gefälle Gefälledämmung == '2%'	ifcMaterial('Gefälle Gefälledämmung')
	Daten(Type)\Produktart Gefälledämmung} == 'EPS-W20'	ifcMaterial('Produktart Gefälledämmung')
	Layer 2\Material == 'Dämmung - hart'	ifcMaterial == 'Dämmung - hart'
	Layer 2\Width	ifcMaterialLayer
QTO-Formel	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m ² ";Bauteil:="Attribut{Layer 2\Material} == 'Dämmung - hart' und Attribut{Daten(Type)\Produktart Gefälledämmung} == 'EPS-W20' und Attribut{Daten(Type)\Gefälle Gefälledämmung} == '2%' und Attribut{Layer 2\Width} >=(0,20[m]) und Attribut{Layer 2\Width} <=(0,30[m])")	
Mengenabfrage	188,16 m ²	188,20 m ²

Die Dämmung verläuft in einem Gefälle von 2% mit einer abnehmenden Dicke von 30 cm auf 20 cm. Bei der in der Position angegebenen Dicke von 25 cm handelt es sich folglich um den Mittelwert. In der QTO-Formel werden die Grenzen mit 20 cm bzw. 30 cm angegeben, da sich die Schichtdicke durch das Gefälle in diesem Bereich befindet. Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Mit den Angaben zur Produktart, zum Gefälle und zur Schichtdicke ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Über die QTO-Formel wird die Bodenfläche berechnet und die ME mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

Zusammenfassung LG 21 Dachabdichtungsarbeiten

Für das behandelte Gebäudemodell können die Mengenermittlungen der Dachabdichtungsarbeiten in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale des Dachaufbaus zur exakten Mengenberechnung übermittelt. Die minimale Mengenabweichung zwischen iTWO und IFC lässt sich nach genauer Betrachtung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

5.2.7 LG 24 Fliesen- und Plattenlegearbeiten

Dieser Abschnitt behandelt zum einen die Fliesenbodenbeläge im Innenbereich des Gebäudes und auf den Balkonen, zum anderen verlegte Wandfliesen in den Toilettenräumen. Letztere werden in Autodesk Revit nicht modelliert. Unter der Annahme, dass in allen Toiletten Wandfliesen bis zu einer Höhe von 1 m angeordnet werden, ist es das Ziel, diese über die QTO-Formel in iTWO zu berücksichtigen. Für den Fliesenboden innerhalb des Gebäudes tritt die in Kapitel 5.2.4 beschriebene Problematik des nicht modellierten Fußbodenaufbaus im Türstockbereich auf. In diesem Kapitel sollen diese nicht modellierten Bereiche ebenfalls über die QTO-Formel in die Berechnung miteinbezogen werden. Die betreffenden Positionen lauten:

- ◆ ULG2411 Wandbeläge innen
 - 241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m
- ◆ ULG2412 Boden- u. Sockelbeläge innen
 - 241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30
- ◆ ULG2422 Boden- u. Sockelbeläge außen
 - 242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.43 bis Tab. 5.45 dokumentiert.

ULG 2411 Wandbeläge innen

241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m

Tab. 5.43: Nettomengenermittlung 241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m

Position	241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m	
Auswahlgruppe	Alle Toiletten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
QTO-Formel	QTO(Typ:="Mantelfläche";ABauteil:="Bauteiltyp =='Wall' oder Bauteiltyp =='Column'";HRef:="UntererHöhenbezug> UntereAbgrenzungOptOBBxy+(0,20[m]);ObererHöhenbezug<UntereAbgrenzungOptOBBxy+(1,20[m])")	
Mengenabfrage	27,63 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel werden alle an Toiletten angrenzende Wände und Stützen sämtlicher Materialien berücksichtigt. Die im Befehl „HRef“ aufgestellten Bedingungen regeln die Berechnung der Mantelfläche bis zu der Raumhöhe von 1 m. Da die Referenzhöhe von der Rohdeckenoberkante gemessen wird und der Bodenaufbau eine Dicke von 20 cm aufweist, müssen die untere und obere Grenze des Höhenbezugs mit 0,20 m bzw. 1,20 m gewählt werden. Die Verwendung eines automatischen Höhenbezugs des Fußbodenaufbaus lässt RIB iTWO aktuell nicht zu. Über die QTO-Formel wird die ME „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung in iTWO kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da der Fliesenwandbelag in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

ULG 2412 Boden- u. Sockelbeläge innen**241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30****Tab. 5.44: Nettomengenermittlung 241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30**

Position	241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen == 'FK Gr.BI ZE unbeh.'	ifcMaterial('Materialgruppe Fliesen')
	Layer 1\Material == 'Fußboden - Fliese Travertin 300 x 300'	ifcMaterial == 'Fußboden - Fliese Travertin 300 x 300'
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
Fehlende Beschreibungen	Türöffnungsrichtung	Türöffnungsrichtung
QTO-Formel	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Fliese Travertin 300 x 300' und Attribut{Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen} =='FK Gr.BI ZE unbeh.'")	
Mengenabfrage	211,39 m ² (ohne Türstockbereich)	211,38 m ² (ohne Türstockbereich)

Bei dieser Position handelt es sich um den Fliesenbodenbelag im Inneren des Gebäudes. Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Bei der Mengenermittlung tritt das Problem auf, dass die Türöffnungen nicht mit der Öffnungsrichtung der eingebauten Türen verknüpft sind. Der Belag im Türstockbereich ist jedoch von der Türöffnungsrichtung abhängig. Daher kann die Flächenberechnung nur für die in Revit modellierten Elemente, aber nicht für die Türstockbereiche durchgeführt werden. Mit den Angaben zum Material und zur Materialgruppe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

ULG 2422 Boden- u. Sockelbeläge außen**242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20****Tab. 5.45: Nettomengenermittlung 242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20**

Position	242201B Bodenbelag Gr.Ia ZE 20x20	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen == 'Gr.Ia ZE'	ifcMaterial('Materialgruppe Fliesen')
	Layer 1\Material == 'Fußboden - Granit grau 200 x 200'	ifcMaterial == 'Fußboden - Granit grau 200 x 200'
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True'

QTO-Formel	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Granit grau 200 x 200' und Attribut{Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen} =='Gr.Ia ZE'")	
Mengenabfrage	36,20 m ²	36,20 m ²

Bei dieser Position handelt es sich um den Fliesenbodenbelag auf den Balkonen. Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Mit den Angaben zum Material und zur Materialgruppe wird die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Über die QTO-Formel wird die Bodenfläche des Fliesenbodens berechnet und die ME mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

Zusammenfassung LG 24 Fliesen- und Plattenlegearbeiten

Für das behandelte Gebäudemodell können die Mengenermittlungen der Fliesen- und Plattenlegearbeiten nur teilweise korrekt ausgeführt werden. Die Berechnungen der Position 241101B liefern zwar ein korrektes Ergebnis, eine allgemeingültige QTO-Formel wird jedoch durch einen nicht durchführbaren direkten Höhenbezug des Fußbodenaufbaus in iTWO verhindert (Siehe Erläuterungen auf S. 82). Ein Mengenvergleich mit Revit/IFC ist nicht realisierbar, da der Fliesenwandbelag in Revit nicht modelliert ist und damit die Fläche nicht berechnet werden kann. Die für die vollständige Berechnung des Fliesenbodenbelags notwendige Information der Türöffnungsrichtung ist im Modell in iTWO nicht vorhanden, weshalb die Mengenermittlung nur für den modellierten Fußbodenaufbau mit Fliesenbelag durchgeführt werden kann. Die Flächen der Türstockbereiche, in denen kein Bodenaufbau modelliert ist, bleibt aufgrund der fehlenden Information unberücksichtigt. Die minimale Abweichung der berechneten Mengen in iTWO und Revit/IFC lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen. Zur Behandlung der Position 242201B sind alle erforderlichen Beschreibungen und Merkmale vorhanden. Die Mengenermittlung kann somit korrekt durchgeführt werden.

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar. The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

5.2.8 LG 38 Holzfußböden

Im folgenden Abschnitt wird der Parkettbodenbelag im Innenbereich des Gebäudes behandelt. Dabei tritt die in Kapitel 5.2.4 beschriebene Problematik des nicht modellierten Fußbodenaufbaus im Türstockbereich auf. Hier sollen diese nicht modellierten Bereiche ebenfalls über die QTO-Formel für folgende Position berücksichtigt werden:

- ◆ ULG 3811 Mehrschichtparkett verklebt Schiffsboden-Optik 2,5-3mm
 - 381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl

Die Mengenabfrage ist in Tab. 5.46 dokumentiert.

ULG 3811 Mehrschichtparkett verklebt Schiffsboden-Optik 2,5-3mm

381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl

Tab. 5.46: Nettomengenermittlung 381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl

Position	381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten(Type)\Nutzschicht Parkettboden == '2,5-3mm'	ifcMaterial('Nutzschicht Parkettboden')
	Layer 1\Material == 'Fußboden - Parkett Eiche'	ifcMaterial == 'Fußboden - Parkett Eiche'
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
Fehlende Beschreibungen	Türöffnungsrichtung	Türöffnungsrichtung
QTO-Formel	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Parkett Eiche' und Attribut{Daten(Type)\Nutzschicht Parkettboden} =='2,5-3mm'")	
Mengenabfrage	260,62 m ² (ohne Türstockbereich)	260,59 m ² (ohne Türstockbereich)

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Bei der Mengenermittlung tritt das Problem auf, dass die Türöffnungen nicht mit der Öffnungsrichtung der eingebauten Türen verknüpft sind. Der Belag im Türstockbereich ist jedoch von der Türöffnungsrichtung abhängig. Daher kann die Flächenberechnung nur für die in Revit modellierten Elemente, aber nicht für die Türstockbereiche durchgeführt werden. Mit den Angaben zum Material und zur Nutzschicht des Parkettbodens ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Der Grund für den Flächenunterschied von 0,03 m² kann vom Verfasser der Arbeit nicht definiert werden, eine Rundungsdifferenz kann jedoch ausgeschlossen werden. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

Zusammenfassung LG 38 Holzfußböden

Für das behandelte Gebäudemodell kann die Mengenermittlung des Holzfußbodens nicht korrekt ausgeführt werden. Die für die vollständige Berechnung des Holzfußbodenbelags notwendige Information der Türöffnungsrichtung ist im Modell in iTWO nicht vorhanden, weshalb die Mengenermittlung nur für den modellierten Fußbodenaufbau mit Holzfußbodenbelag durchgeführt werden kann. Die Flächen der Türstockbereiche, in denen kein Bodenaufbau modelliert ist, bleibt aufgrund der fehlenden Information unberücksichtigt. Die minimale Abweichung der berechneten Mengen in iTWO und Revit/IFC lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

5.2.9 LG 44 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)

Das Flächenmaß der Wärmedämmung an der Außenwand wird abzüglich aller Öffnungen für folgende Position ermittelt:

- ◆ ULG 4403 WDVS mit Mineralwolle-Platten (MW-PT)
 - 440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm

Die Mengenabfrage ist in Tab. 5.47 dokumentiert.

ULG 4403 WDVS mit Mineralwolle-Platten (MW-PT)

440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm

Tab. 5.47: Nettomengenermittlung 440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm

Position	440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm	
Auswahlgruppe	Wärmedämmung Außenwände	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Daten\Produktart WDVS == 'MW-PT5'	ifcMaterial('Produktart WDVS')
	Daten\Unterputz-Mindestdicke WDVS == '5mm'	ifcMaterial('Unterputz-Mindestdicke WDVS')
	Daten\Wärmeleitfähigkeit WDVS == '0,034W/(mK)'	ifcMaterial('Wärmeleitfähigkeit WDVS')
	MaterialName == 'Dämmung - weich'	ifcMaterial == 'Dämmung - weich'
QTO-Formel	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Dämmung - weich' und Attribut{Daten\Produktart WDVS} =='MW-PT5' und Attribut{Daten\Wärmeleitfähigkeit WDVS} =='0,034W/(mK)' und Attribut{Daten\Unterputz-Mindestdicke WDVS} =='5mm' und TiefeOptOBB ==(0,20[m])")	
Mengenabfrage	531,98 m ²	531,97 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Mit den Angaben zur Produktart, zur Wärmeleitfähigkeit, zur Unterputz-Mindestdicke und zur Dicke der Wärmedämmung ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Über die QTO-Formel wird die maximale Wandfläche berechnet und die ME mit „m²“ angegeben. Die Men-

genermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

Zusammenfassung LG 44 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)

Für das behandelte Gebäudemodell kann die Mengenermittlung des WDVS in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale des WDVS zur exakten Mengenermittlung übermittelt. Die minimale Mengenabweichung zwischen iTWO und IFC lässt sich nach genauer Betrachtung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

5.3 Ermittlung der Mengen gemäß Werkvertragsnormen (ÖNORM B 22xx) anhand IFC2x3

In diesem Kapitel erfolgt die Mengenermittlung gemäß der Abrechnungsregeln der Werkvertragsnormen ÖNORM B 22xx. Die für die verschiedenen Positionen zutreffenden Normen und maßgebenden Abrechnungsregeln werden in den jeweiligen Unterkapiteln genannt und erläutert. Ansonsten entspricht die Vorgangsweise für die Mengenberechnungen den Erläuterungen auf Seite 48.

5.3.1 LG 07 Beton- und Stahlbetonarbeiten (ÖNORM B 2211)

Zusätzlich zu den in Kapitel 5.2.1 angeführten Ausführungen gelten für die Mengenermittlungen in diesem Abschnitt die Regelungen der ÖNORM B 2211,¹²⁴ die für Beton- und Stahlbetonarbeiten maßgebend ist. Nachfolgend sind die zutreffenden Abrechnungsregeln für die in Kapitel 5.2.1 aufgelisteten Positionen angegeben:

- ◆ Flächenmaß Schalung:
 - Schalungen sind in der Abwicklung der geschalteten Flächen zu messen.
 - Durchzumessen sind Öffnungen in der Schalung bis 0,50 m² Einzelausmaß.
- ◆ Raummaß Beton:
 - Nicht abzuziehen sind Öffnungen und Aussparungen bis 0,50 m² Einzelausmaß.
 - Wände, Balken, Unterzüge, Stützen sind getrennt zu messen.

Für die Ermittlung der verbauten Menge an Bewehrung werden die Werte der Tab. 5.3 herangezogen. Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.48 bis Tab. 5.60 dokumentiert.

ULG 0701 Flachgründungen, Bodenkonstruktionen

070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm

Tab. 5.48: Mengenermittlung 070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm gem. ÖN B 2211

Position	070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Fundamentplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Foundation_Slab'	ifcFooting
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
Mengenabfrage	60,00 m ³	60,00 m ³

¹²⁴ vgl. Austrian Standards Institute, ÖNORM B 2211: Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten - Werkvertragsnorm, (Austrian Standards Institute, 2009).

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel, die gemäß der Position der LB-HB klassifiziert ist, wird zunächst das Bruttovolumen berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² subtrahiert. Da das Fundament keine Öffnungen aufweist, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die ME wird mit „m³“ angegeben. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

Mengenermittlungen der Schalung und Bewehrung der Stahlbetonfundamentplatte nach ÖN B 2211

Die Mengenermittlungen der Positionen „070107S Schalung Fundamentplatte“, „070107V Bewehrung Stabst. Fundamentplatte“ und „070107W Bewehrung Matten Fundamentplatte“ gemäß Werkvertragsnorm entsprechen exakt den Nettomengenberechnungen dieser Positionen und können in Kapitel 5.2.1 nachgelesen werden.

ULG 0702 Wände, Balken und Stützen

070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m

Tab. 5.49: Mengenermittlung 070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m gem. ÖN B 2211

Position	070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
Mengenabfrage	3,00 m ³	3,00 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel, die gemäß der Position der LB-HB klassifiziert ist, wird zunächst das Bruttovolumen berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² subtrahiert. Da die Wände keine Öffnungen kleiner 0,50 m² aufweisen, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die ME wird mit „m³“ angegeben. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m**Tab. 5.50: Mengenermittlung 070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m gem. ÖN B 2211**

Position	070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
Mengenabfrage	63,59 m ³	63,60 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel, die gemäß der Position der LB-HB klassifiziert ist, wird zunächst das Bruttovolumen berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² subtrahiert. Da die Wände keine Öffnungen kleiner 0,50 m² aufweisen, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die ME wird mit „m³“ angegeben. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070201S Betonwand Schalung b.3,2m**Tab. 5.51: Mengenermittlung 070201S Betonwand Schalung b.3,2m gem. ÖN B 2211**

Position	070201S Betonwand Schalung b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
Mengenabfrage	563,99 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel, die gemäß der Position der LB-HB klassifiziert ist, berechnet im ersten Teil die Bruttoschalfläche der Stahlbetonwände abzüglich der Stöße an andere Stahlbetonwände. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² subtrahiert. Der zweite Teil der Formel mit dem Berechnungstyp „FlächeMax“ muss dafür doppelt eingerechnet werden, da der Befehl „FlächeSeitenflächen“ für den Bauteiltyp „Opening“ nicht angewendet werden kann bzw. kein korrektes Ergebnis liefert. Im dritten Teil werden noch die Schalflächen der Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² in den Stahlbetonwänden addiert. Die ME ist in der Abfrage mit „m²“ angegeben. Das Ergebnis ändert sich im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die Schalungsfläche von Wänden lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

Mengenermittlungen der Bewehrung der Stahlbetonwände nach ÖN B 2211

Die Mengenermittlungen der Positionen „070201V Bewehrung Stabst. Betonwand b.3,2m“ und „070201W Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m“ gemäß Werkvertragsnorm entsprechen exakt den Nettomengenberechnungen dieser Positionen und können in Kapitel 5.2.1 nachgelesen werden.

070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m

Tab. 5.52: Mengenermittlung 070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m gem. ÖN B 2211

Position	070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
Mengenabfrage	9,10 m ³	9,10 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel, die gemäß der Position der LB-HB klassifiziert ist, wird zunächst das Bruttovolumen berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² subtrahiert. Da die Wände keine Öffnungen kleiner 0,50 m² aufweisen, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die ME ist mit „m³“ angegeben. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070203S Betonwand Schalung ü.3,2m

Tab. 5.53: Mengenermittlung 070203S Betonwand Schalung ü.3,2m gem. ÖN B 2211

Position	070203S Betonwand Schalung ü.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Wände Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	MaterialName == 'Ortbeton -bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
Mengenabfrage	95,00 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel, die gemäß der Position der LB-HB klassifiziert ist, berechnet im ersten Teil die Bruttoschalfläche der Stahlbetonwände abzüglich der Stöße an andere Stahlbetonwände. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² subtrahiert. Der zweite Teil der Formel mit dem Berechnungstyp „FlächeMax“ muss dafür doppelt eingerechnet werden, da der Befehl „FlächeSeitenflächen“ für den Bauteiltyp „Opening“ nicht angewendet werden kann

bzw. kein korrektes Ergebnis liefert. Im dritten Teil werden noch die Schalflächen der Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² in den Stahlbetonwänden addiert. Die ME ist in der Abfrage mit „m²“ angegeben. Das Ergebnis ändert sich im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die Schalungsfläche von Wänden lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m

Die Mengenermittlung der Position „070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m“ gemäß Werkvertragsnorm entspricht exakt der Nettomengenberechnung dieser Position und kann in Kapitel 5.2.1 nachgelesen werden.

070214D Beton Stützen ü.0,05m² C25/30 b.3,2m

Tab. 5.54: Mengenermittlung 070214D Beton Stützen ü.0,05m² C25/30 b.3,2m gem. ÖN B 2211

Position	070214D Beton Stützen ü.0,05m ² C25/30 b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Stützen Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
Mengenabfrage	0,34 m ³	0,34 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel, die gemäß der Position der LB-HB klassifiziert ist, wird zunächst das Bruttovolumen berechnet worden. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² subtrahiert. Da die Stützen keine Öffnungen aufweisen, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die ME wird mit „m³“ angegeben. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m

Tab. 5.55: Mengenermittlung 070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m gem. ÖN B 2211

Position	070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Stützen Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
Mengenabfrage	5,40 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel, die gemäß der Position der LB-HB klassifiziert ist, wird zunächst die Bruttoschalfläche berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m²

subtrahiert und die Schalflächen von Öffnungen größer 0,50 m² addiert. Da die Stützen keine Öffnungen aufweisen, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die Schalungsfläche von Stützen lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden. Die ME wird mit „m²“ angegeben. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070214T Bewehrung Stabst. Beton Stützen b.3,2m

Die Mengenermittlung der Position „070214T Bewehrung Stabst. Beton Stützen b.3,2m“ gemäß Werkvertragsnorm entspricht exakt der Nettomengenberechnung dieser Position und kann in Kapitel 5.2.1 nachgelesen werden.

070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m

Tab. 5.56: Mengenermittlung 070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m gem. ÖN B 2211

Position	070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Balken Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcBeam('Unterstellhöhe (m)')
Mengenabfrage	1,82 m ³	1,82 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel wird zunächst das Bruttovolumen berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² subtrahiert. Da der Balken keine Öffnungen aufweist, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m³“ angegeben. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070218S Schalung Beton Balk/Rost b.3,2m

Tab. 5.57: Mengenermittlung 070218S Schalung Beton Balk/Rost b.3,2m gem. ÖN B 2211

Position	070218S Schalung Beton Balk/Rost b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Balken Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcBeam('Unterstellhöhe (m)')
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
Mengenabfrage	18,08 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Berechnet werden die Seitenflächen und die Bodenflächen von Balken abzüglich der Stöße an andere Stahlbetonbauteile und Öffnungen mit einer Fläche größer 0,50 m² und zuzüglich der Schalflächen von Öffnungen größer 0,50 m². In der Schalung sind keine Öffnungen vorhanden, daher ändert sich das Ergebnis im Vergleich zur Nettomengenermittlung nicht. Die Schalungsfläche von Balken lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070218V Bewehrung Stabst. Beton Balk/Rost b.3,2m

Die Mengenermittlung der Position „070218V Bewehrung Stabst. Beton Balk/Rost b.3,2m“ gemäß Werkvertragsnorm entspricht exakt der Nettomengenberechnung dieser Position und kann in Kapitel 5.2.1 nachgelesen werden.

ULG 0703 Decken

070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m

Tab. 5.58: Mengenermittlung 070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m gem. ÖN B 2211

Position	070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Decken/Kragplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Slab'	ifcSlab
	Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton == 'C25/30'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Beton')
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
Mengenabfrage	121,67 m ³	121,67 m ³

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel wird zunächst das Bruttovolumen berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einem Einzelausmaß größer 0,50 m² subtrahiert. Da die Decken und Kragplatten keine Öffnungen kleiner 0,50 m² aufweisen, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m³“ angegeben. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m**Tab. 5.59: Mengenermittlung 070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m gem. ÖN B 2211**

Position	070301S Schalung D/Kragpl.Untersicht b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Decken/Kragplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Slab'	ifcSlab
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
	Pset_BeamCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_BeamCommon\LoadBearing == 'True'
	Pset_ColumnCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_ColumnCommon\LoadBearing == 'True'
Mengenabfrage	541,30 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Im ersten Teil werden die Bruttobodenflächen der Decken abzüglich der Stöße an andere tragende Bauteile berechnet. Anschließend werden Öffnungen mit einer Fläche größer 0,50 m² subtrahiert. Da die Decken keine Öffnungen mit einer Fläche kleiner oder gleich 0,50 m² aufweisen, ändert sich das Ergebnis im Vergleich zur Nettomengenermittlung nicht. Die Schalungsfläche von Decken lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m**Tab. 5.60: Mengenermittlung 070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m gem. ÖN B 2211**

Position	070301T Schalung D/Kragpl.Roste b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2211 - Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten	
Auswahlgruppe	Decken/Kragplatten Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Slab'	ifcSlab
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
Mengenabfrage	56,39 m ²	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Berechnet werden die Randschalungsflächen der Decken und Kragplatten sowie die Randschalungsflächen der Deckenöffnungen mit einer Fläche größer 0,50 m². Die Schalungsfläche von Decken

lässt sich in Revit nicht berechnen und kann daher von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

Mengenermittlungen der Bewehrung der Stahlbetondecken nach ÖN B 2211

Die Mengenermittlungen der Positionen „070301V Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2m“ und „070301W Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2m“ gemäß Werkvertragsnorm entsprechen exakt den Nettomengenberechnungen dieser Positionen und können in Kapitel 5.2.1 nachgelesen werden.

Zusammenfassung LG 07 Beton- und Stahlbetonarbeiten (ÖNORM B 2211)

Für das behandelte Gebäudemodell können die Mengenermittlungen der Beton- und Stahlbetonarbeiten gemäß den Regelungen der ÖNORM B 2211 in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale der Stahlbetonbauteile zur exakten Mengenermittlung übermitteln. Die minimale Mengenabweichung zwischen iTWO und IFC bei der Position 070201I (Siehe S. 90) lässt sich nach genauer Betrachtung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen. Der Mengenvergleich zwischen iTWO und Revit/IFC ist für den Großteil der Schalungspositionen und sämtliche Bewehrungspositionen nicht möglich, da zum einen in Revit die korrekte Schalungsfläche nicht berechnet werden kann, zum anderen die Bewehrung in Revit nicht modelliert ist und daher eine Mengenermittlung in dieser Software ebenfalls nicht durchführbar ist.

5.3.2 LG 08 Mauerarbeiten (ÖNORM B 2206)

Zusätzlich zu den in Kapitel 5.2.2 angeführten Erläuterungen gelten für die Mengenermittlungen in diesem Abschnitt die Regelungen der ÖNORM B 2206,¹²⁵ die für Mauer- und Versetzarbeiten maßgebend ist. Nachfolgend sind die zutreffenden Abrechnungsregeln für die in Kapitel 5.2.2 aufgelisteten Positionen angegeben:

- ◆ Flächenmaß Mauerwerk:
 - Die Wandhöhe wird von der Aufstandsfläche bis zur Wandoberkante gemessen.
 - Wände sind in ihrer größten Ansichtsfläche ohne Abzug etwaiger Abschrägungen im Querschnitt zu messen.
 - Durchzumessen sind Öffnungen bis 0,5 m² Einzelfläche in ihrem vollen Ausmaß.

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.61 bis Tab. 5.63 dokumentiert.

¹²⁵ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM B 2206: Mauer- und Versetzarbeiten – Werkvertragsnorm*, (Austrian Standards Institute, 2015).

ULG 0802 Mauerwerk aus Hochlochziegeln (HLZ)**080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m****Tab. 5.61: Mengenermittlung 080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m gem. ÖN B 2206**

Position	080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2206 - Mauer- und Versetzarbeiten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
Mengenabfrage	41,44 m ²	41,44 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel wird die maximale Bruttowandfläche berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einer Einzelfläche größer 0,50 m² subtrahiert. Da die Wände keine Öffnungen kleiner 0,50 m² aufweisen, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m**Tab. 5.62: Mengenermittlung 080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m gem. ÖN B 2206**

Position	080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2206 - Mauer- und Versetzarbeiten	
Auswahlgruppe	Wände Ziegelmauerwerk	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
Mengenabfrage	395,51 m ²	395,50 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel wird die maximale Bruttowandfläche berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einer Einzelfläche größer 0,50 m² subtrahiert. Da die Wände keine Öffnungen kleiner 0,50 m² aufweisen, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

ULG 0806 Zwischenwände (nicht tragende Wände)**080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m**

Tab. 5.63: Mengenermittlung 080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m gem. ÖN B 2206

Position	080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2206 - Mauer- und Versetzarbeiten	
Auswahlgruppe	Wände Ziegelmauerwerk	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
Mengenabfrage	292,70 m ²	292,70 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel wird die maximale Bruttowandfläche berechnet. Anschließend werden alle Öffnungen mit einer Einzelfläche größer 0,50 m² subtrahiert. Da die Wände keine Öffnungen kleiner 0,50 m² aufweisen, ändert sich das Ergebnis der Abfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Die QTO-Formel wird gemäß der Position der LB-HB klassifiziert und die ME mit „m²“ angegeben. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

Zusammenfassung LG 08 Mauerarbeiten (ÖNORM B 2206)

Für das behandelte Gebäudemodell können die Mengenermittlungen der Mauerarbeiten gemäß den Regelungen der ÖNORM B 2206 in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale der Mauerwerksbauteile zur exakten Mengenermittlung übermittelt. Die minimale Mengenabweichung zwischen iTWO und IFC bei der Position 080201C lässt sich nach genauer Betrachtung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

5.3.3 LG 10 Putz (ÖNORM B 2210)

Zusätzlich zu den in Kapitel 5.2.3 angeführten Erläuterungen gelten für die Mengenermittlungen in diesem Abschnitt die für Putzarbeiten maßgebenden Regelungen der ÖNORM B 2210.¹²⁶ Nachfolgend sind die zutreffenden Abrechnungsregeln für die in Kapitel 5.2.3 aufgelisteten Positionen angegeben:

- ◆ Flächenmaß Putz:
 - Bei Innenputz an Wänden gilt als Höhe für die Aufmaßfeststellung das Maß zwischen Rohdecken-Oberkante und Rohdecken-Unterkante, außer es wurde nicht bis an die Rohdecken-Unterkante bzw. Wandoberkante geputzt.
 - Bei Decken wird das Aufmaß in der Abwicklung der fertigen Oberfläche und nicht in der Projektion festgestellt.
 - Durchzumessen sind ungeputzte Flächen und Öffnungen bis 0,5 m² Einzelausmaß.
 - Sind für den Verputz von Leibungen keine eigenen Positionen vorgesehen, werden Öffnungen über 0,5 m² bis 4,0 m² durchgemessen, sofern mindestens eine Leibung verputzt ist.

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.64 bis Tab. 5.69 dokumentiert.

ULG 1001 Innenputz IP auf Wänden W

100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton

Tab. 5.64: Mengenermittlung 100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton gem. ÖN B 2210

Position	100111A1 Kalkzement IP W b.3,2m: Untergrund Beton	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2210 – Putzarbeiten	
Auswahlgruppe	'Alle Wände' & 'Balken und Stützen Stahlbeton'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten\Höhe Oberkante (m)	ifcBeam('Höhe Oberkante (m)')
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	

¹²⁶ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM B 2210: Putzarbeiten – Werkvertragsnorm*, (Austrian Standards Institute, 2013).

QTO-Formel

$$\begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"FlächeMin"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Attribut\{MaterialName\}} \\ & \text{==\text{'Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'True' und HöheOptOBBxy} \leq (3,20[\text{m}])"; \text{Abzug}:=\text{"(Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'True' und Attribut\{Pset_WallCommon\LoadBearing\}} \\ & \text{==\text{'True'}) oder Attribut\{Pset_BeamCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' oder Attribut\{Pset_ColumnCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' oder Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False'}}"; \text{Norm}:=\text{"Brutto"}) \\ & - \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"FlächeMax"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Attribut\{MaterialName\}} \\ & \text{==\text{'Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'True' und HöheOptOBBxy} \leq (3,20[\text{m}]); \text{Bauteiltyp} :=\text{'Opening' und UnterkanteMax} < (0,50[\text{m}])") \\ & - \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"FlächeMax"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Attribut\{MaterialName\}} \\ & \text{==\text{'Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'True' und HöheOptOBBxy} \leq (3,20[\text{m}]); \text{Bauteiltyp} :=\text{'Opening' und UnterkanteMax} > (0,50[\text{m}]) \\ & \text{und FlächeMax} > (4,00[\text{m}^2])") \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Mantelfläche"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Attribut\{MaterialName\}} \\ & \text{==\text{'Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' und HöheOptOBBxy} \leq (3,20[\text{m}])"; \text{Abzug}:=\text{"(Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'True' und Attribut\{Pset_WallCommon\LoadBearing\}} \\ & \text{==\text{'True'}) oder Attribut\{Pset_BeamCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' oder Attribut\{Pset_ColumnCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' oder Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False'}}"; \text{Norm}:=\text{"Netto"}) \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"FlächeMax"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Attribut\{MaterialName\}} \\ & \text{==\text{'Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' und HöheOptOBBxy} \leq (3,20[\text{m}]); \text{Bauteiltyp} :=\text{'Opening' und FlächeMax} \leq (0,50[\text{m}^2])") * 2 \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"FlächeSeitenflächen"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp} \\ & \text{==\text{'Beam' und Attribut\{Daten\Höhe Oberkante (m)\}} \leq 3,20"; \text{Abzug}:=\text{"(Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'True' und Attribut\{Pset_WallCommon\LoadBearing\}} \\ & \text{==\text{'True'}) oder Attribut\{Pset_BeamCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' oder Attribut\{Pset_ColumnCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' oder Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False'}}"; \text{Norm}:=\text{"Netto"}) \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"FlächeMax"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp} :=\text{'Beam' und} \\ & \text{Attribut\{Daten\Höhe Oberkante (m)\}} \leq 3,20; \text{Bauteiltyp} :=\text{'Opening' und FlächeMax} \leq (0,50[\text{m}^2])") * 2 \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"Mantelfläche"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp} :=\text{'Column' und HöheOptOBBxy} \leq (3,20[\text{m}])"; \text{Abzug}:=\text{"(Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'True' und Attribut\{Pset_WallCommon\LoadBearing\}} \\ & \text{==\text{'True'}) oder Attribut\{Pset_BeamCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' oder Attribut\{Pset_ColumnCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False' oder Attribut\{Pset_WallCommon\IsExternal\}} \\ & \text{==\text{'False'}}"; \text{Norm}:=\text{"Netto"}) \\ & + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}:=\text{"FlächeMax"}; \text{ME}:=\text{"m}^2"; \text{Bauteil}:=\text{"Bauteiltyp} :=\text{'Column' und HöheOptOBBxy} \leq (3,20[\text{m}]); \text{Bauteiltyp} :=\text{'Opening' und FlächeMax} \leq (0,50[\text{m}^2])") * 2 \end{aligned}$$

Mengenabfrage	410,48 m ²	nicht modelliert
----------------------	-----------------------	------------------

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In einem ersten Schritt wird die innenliegende Bruttofläche der Außenwände aus Stahlbeton abzüglich der Stöße an Innenbauteile berechnet. Darauf folgt die Subtraktion der Flächen der beiden Eingangstüren in den Außenwänden aus Stahlbeton, deren Leibungen nicht verputzt sind. Dies wird durch den Bauteiltyp „Opening“ und die Bedingung „UnterkanteMax<(0,50[m])“ gewährleistet. Des Weiteren werden alle Öffnungen, deren Flächen größer 4,00 m² und Unterkanten höher 0,50 m sind, abgezogen. Damit werden die Leibungen der Fenster gemäß ÖNORM B 2210 berücksichtigt. Im Anschluss werden die Nettomantelflächen von innenliegenden Wänden und Stützen sowie die Nettoseitenflächen von Balken aufsummiert und Öffnungsflächen kleiner oder gleich 0,50 m² addiert, um die Regelungen der Werkvertragsnorm einzuhalten. Die Flächen der Öffnungen werden jeweils doppelt eingerechnet, damit beide Seiten eines Durchbruchs berücksichtigt werden. Die Berechnung beider Seitenflächen einer Öffnung mit dem Befehl „FlächeSeitenflächen“ ermöglicht iTWO gegenwärtig nicht. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Die Mengenermittlung kann in diesem Fall erfolgreich durchgeführt werden, dabei wird aber die Problematik der fehlenden Verknüpfung zwischen Öffnungen und Fenstern sowie Terrassen-/Balkontüren ersichtlich. Aktuell ist ausschließlich eine Verknüpfung von Öffnungen mit den dazugehörigen Türelementen möglich. Die Unterscheidung zwischen Tür- und Fensteröffnungen in den Außenwänden kann bei diesem Gebäudemodell durch die Höhenreferenzen vollzogen werden. Dies ist jedoch nicht mehr möglich, wenn beispielsweise Terrassentüren in der Außenwand angeordnet werden, deren Leibungen verputzt werden sollen. Aufgrund der fehlenden Verknüpfung zwischen Öffnungselementen und Fenstern und Terrassen-/Balkontüren treten dann Schwierigkeiten in der Differenzierung zwischen Öffnungen mit verputzten und nicht verputzten Leibungen auf. Dieser Umstand kann folglich auch nicht mehr durch die Höhendifferenzen umgangen werden. Darüber hinaus liefert der Versuch, die Öffnungsflächen direkt über die Einbauteile zu berechnen, kein Ergebnis, da iTWO diesen Berechnungsschritt aktuell nicht zulässt. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente

Tab. 5.65: Mengenermittlung 100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente gem. ÖN B 2210

Position	100111A2 Kalkzement IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2210 – Putzarbeiten	
Auswahlgruppe	Alle Wände	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	ifcBuildingStoreyName <> 'OG 3-OK RFB'	ifcBuildingStoreyName <> 'OG 3-OK RFB'
	MaterialName == 'Mauerwerk - Ziegel'	ifcMaterial == 'Mauerwerk - Ziegel'

Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	<p>QTO(Typ:="FlächeMin";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]) und Attribut{ifcBuildingStoreyName} <>'OG 3- OK RFB';Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Norm:="Brutto")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]) und Attribut{ifcBuildingStoreyName} <>'OG 3- OK RFB';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(4,00[m2])")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Norm:="Netto")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])")*2</p>	
Mengenabfrage	1.112,39 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Im ersten Teil der QTO-Formel wird die innenliegende Bruttofläche der Außenwände aus Ziegelmauerwerk abzüglich der Stöße an Innenbauteile berechnet. Der Einsatz des Merkmals „ifcBuildingStoreyName <> ,OG 3- OK RFB“ soll gewährleisten, dass die Wandfläche der Attika aus Ziegelmauerwerk nicht in die Berechnung miteinbezogen wird. Der zweite Teil dient zur Subtraktion der Öffnungen größer 4,00 m², wobei hier keine Unterscheidung mittels Höhenreferenzen durchgeführt werden muss, da sowohl die Leibungen der Fenster als auch jene der Balkontüren verputzt werden. Im dritten Teil der Formel wird die verputzte Nettofläche an den Innenwänden aus Ziegelmauerwerk abzüglich der Stöße an andere Bauteile und zuzüglich von Öffnungsflächen kleiner oder gleich 0,50 m² addiert. Die Flächen der Öffnungen werden jeweils doppelt eingerechnet, damit beide Seiten eines Durchbruchs berücksichtigt werden. Die Berechnung beider Seitenflächen einer Öffnung mit dem Befehl „FlächeSeitenflächen“ ermöglicht iTWO gegenwärtig nicht. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“

wird über die QTO-Formel angegeben. Die Mengenermittlung kann auch für diese Position erfolgreich durchgeführt werden. Wäre jedoch eine Differenzierung von Öffnungen mit verputzten und nicht verputzten Leibungen notwendig, würden die bei Position „100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton“ beschriebenen Schwierigkeiten auftreten. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden.

100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton

Tab. 5.66: Mengenermittlung 100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton gem. ÖN B 2210

Position	100111A3 Kalkzement IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2210 – Putzarbeiten	
Auswahlgruppe	Alle Wände	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Layer 1\Material == 'Trockenbau - Gipsplatte'	ifcMaterial == 'Trockenbau - Gipsplatte'
	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
Mengenabfrage	218,42 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Die QTO-Formel berechnet die verputzten Nettoflächen an den Innenwänden aus Gipskarton abzüglich der Stöße an andere Bauteile und zuzüglich der Öffnungsflächen kleiner oder gleich 0,50 m². Die Flächen der Öffnungen werden jeweils doppelt eingerechnet, damit beide Seiten eines Durchbruchs berücksichtigt werden. Die Berechnung beider Seitenflächen einer Öffnung mit dem Befehl „FlächeSeitenflächen“ ermöglicht iTWO gegenwärtig nicht. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton**Tab. 5.67: Mengenermittlung 100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton gem. ÖN B 2210**

Position	100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2210 – Putzarbeiten	
Auswahlgruppe	'Alle Wände' & 'Balken und Stützen Stahlbeton'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten\Höhe Oberkante (m)	ifcBeam('Höhe Oberkante (m)')
	MaterialName == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'	ifcMaterial == 'Ortbeton - bewehrt Verputzt'
	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'False'
Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	
Mengenabfrage	95,00 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel werden die Nettoseitenflächen der innenliegenden Wände, Balken und Stützen aus Stahlbeton über 3,20 m abzüglich der Stöße an andere Bauteile und zuzüglich der Öffnungsflächen kleiner oder gleich 0,50 m² ermittelt. Die Flächen der Öffnungen werden jeweils doppelt eingerechnet, damit beide Seiten eines Durchbruchs berücksichtigt werden. Die Berechnung beider Seitenflächen einer Öffnung mit dem Befehl „FlächeSeitenflächen“ ermöglicht iTWO gegenwärtig nicht. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

100151A Az IP W f.Pfeiler

Tab. 5.68: Mengenermittlung 100151A Az IP W f.Pfeiler gem. ÖN B 2210

Position	100151A Az IP W f.Pfeiler	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2210 – Putzarbeiten	
Auswahlgruppe	Stützen Stahlbeton	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'	Pset_BeamCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'	Pset_ColumnCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
Mengenabfrage	4,05 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel wird die Mantelfläche der Stützen abzüglich der Stöße an andere Bauteile und zusätzlich der Öffnungsflächen kleiner oder gleich 0,50 m² berechnet. Die Flächen der Öffnungen werden jeweils doppelt eingerechnet, damit beide Seiten eines Durchbruchs berücksichtigt werden. Die Berechnung beider Seitenflächen einer Öffnung mit dem Befehl „FlächeSeitenflächen“ ermöglicht iTWO gegenwärtig nicht. Die ME „m²“ wird über die QTO-Formel angegeben. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

ULG 1002 Innenputz IP auf Decken D**100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton**

Tab. 5.69: Mengenermittlung 100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton gem. ÖN B 2210

Position	10.02.11A Kalkzement IP D b.3,2m: Untergrund Beton	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2210 – Putzarbeiten	
Auswahlgruppe	'Decken/Kragplatten Stahlbeton' & 'Balken Stahlbeton'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Beam'	ifcBeam
	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	Daten\Unterstellhöhe (m)	ifcBeam('Unterstellhöhe (m)') / ifcSlab('Unterstellhöhe (m)')
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
Mengenabfrage	486,00 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel werden die Nettobodenflächen der Decken und Balken aus Stahlbeton abzüglich der

Stöße an andere Bauteile und zuzüglich der Öffnungsflächen kleiner oder gleich $0,50 \text{ m}^2$ ermittelt. Mit den Angaben zur Höhe ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME wird mit „m²“ angegeben. Da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

Zusammenfassung LG 10 Putz (ÖNORM B 2210)

Für den spezifischen Fall des behandelten Gebäudemodells können die Mengenermittlungen der Putzarbeiten gemäß den Regelungen der ÖNORM B 2210 in iTWO korrekt durchgeführt werden. Die in der Position 100111A1 beschriebenen Problematiken hinsichtlich der fehlenden Verknüpfung der Öffnungselemente mit Einbauteilen wie Fenster oder Türen und auftretender Fehlfunktionen bestimmter Befehle in iTWO verhindern jedoch die Erstellung von allgemeingültigen QTO-Formeln für die betrachteten Positionen. Der Mengenvergleich zwischen iTWO und Revit/IFC ist für sämtliche Positionen nicht möglich, da der Innenputz in Revit nicht modelliert ist und daher eine Mengenermittlung in dieser Software nicht durchführbar ist.

5.3.4 LG 11 Estricharbeiten (ÖNORM B 2232)

Zusätzlich zu den in Kapitel 5.2.4 angeführten Erläuterungen gelten für die Mengenermittlungen in diesem Abschnitt die für Estricharbeiten maßgebenden Regelungen der ÖNORM B 2232.¹²⁷ Nachfolgend sind die zutreffenden Abrechnungsregeln für die in Kapitel 5.2.4 aufgelisteten Positionen angegeben:

- ◆ Flächenmaß Estricharbeiten:
 - Aussparungen für Schachtdeckel, Siphone, Pfeilervorsprünge u. dgl. mit Einzelflächen bis 0,50 m² sind nicht abzuziehen.

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.70 bis Tab. 5.73 dokumentiert.

ULG 1121 Vorbereiten des Untergrundes

112104B Niveausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm

Tab. 5.70: Mengenermittlung 112104B Niveausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm gem. ÖN B 2232

Position	112104B Niveausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2232 – Estricharbeiten	
Auswahlgruppe	'Alle Bodenaufbauten' & 'Alle Wände'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWall
	Layer 2\Material == 'Fußboden - Schüttung'	ifcMaterial == 'Fußboden - Schüttung'
	Layer 2\Width	ifcMaterialLayer
	Layer 4\Material == 'Fußboden - Schüttung'	ifcMaterial == 'Fußboden - Schüttung'
	Layer 4\Width	ifcMaterialLayer
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	(QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 4\Material} =='Fußboden - Schüttung' und Attribut{Layer 4\Width} >(0,05[m]) und Attribut{Layer 4\Width} <=(0,10[m])";Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 4\Material} =='Fußboden - Schüttung' und Attribut{Layer 4\Width} >(0,05[m]) und Attribut{Layer 4\Width} <=(0,10[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])") *	

¹²⁷ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM B 2232: Estricharbeiten – Werkvertragsnorm*, (Austrian Standards Institute, 2016).

Fortsetzung QTO-Formel	$ \begin{aligned} & \text{QTO}(\text{Typ}="Attribut\{Layer\ 4\ Width\}"; \text{Bauteil}="Attribut\{Pset_SlabCommon\ IsExternal\} == 'False' \text{ und } Attribut\{Layer\ 4\ Material\} == 'Fu\ssboden - Sch\uttung'") \\ & \quad + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}="Deckenfl\ache"; \text{ME}="m^2"; \text{Bauteil}="Bauteiltyp == 'Wall' \text{ und } Attribut\{Pset_WallCommon\ IsExternal\} == 'True' \text{ und } Attribut\{Pset_WallCommon\ LoadBearing\} == 'True'; \text{Bauteiltyp} == 'Opening' \text{ und } H\oheOptOBBxy >=(2,00[m])") * 0,09 \\ & \quad + \\ & \text{QTO}(\text{Typ}="Deckenfl\ache"; \text{ME}="m^2"; \text{Bauteil}="Bauteiltyp == 'Wall' \text{ und } Attribut\{Pset_WallCommon\ IsExternal\} == 'False'; \text{Bauteiltyp} == 'Opening' \text{ und } H\oheOptOBBxy >=(2,00[m])") * 0,09 \\ & \quad + \\ & (\text{QTO}(\text{Typ}="Bodenfl\ache"; \text{ME}="m^2"; \text{Bauteil}="Attribut\{Pset_SlabCommon\ IsExternal\} == 'True' \text{ und } Attribut\{Layer\ 2\ Material\} == 'Fu\ssboden - Sch\uttung' \text{ und } Attribut\{Layer\ 2\ Width\} >(0,05[m]) \text{ und } Attribut\{Layer\ 2\ Width\} <=(0,10[m])"; \text{Norm}="Brutto") \\ & \quad - \\ & \text{QTO}(\text{Typ}="Bodenfl\ache"; \text{ME}="m^2"; \text{Bauteil}="Attribut\{Pset_SlabCommon\ IsExternal\} == 'True' \text{ und } Attribut\{Layer\ 2\ Material\} == 'Fu\ssboden - Sch\uttung' \text{ und } Attribut\{Layer\ 2\ Width\} >(0,05[m]) \text{ und } Attribut\{Layer\ 2\ Width\} <=(0,10[m]); \text{Bauteiltyp} == 'Opening' \text{ und } Fl\acheMax >(0,50[m^2])") \\ & \quad * \\ & \text{QTO}(\text{Typ}="Attribut\{Layer\ 2\ Width\}"; \text{Bauteil}="Attribut\{Pset_SlabCommon\ IsExternal\} == 'True' \text{ und } Attribut\{Layer\ 2\ Material\} == 'Fu\ssboden - Sch\uttung'") \end{aligned} $	
Mengenabfrage	45,69 m ³	nicht berechnet in Revit

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Für diese Position gelten die Erläuterungen zur Berechnung der Position „112104B Niveaueingleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm“ in Kapitel 5.2.4. Der einzige Unterschied liegt in der Berücksichtigung von Öffnungen mit einer Fläche kleiner oder gleich 0,50 m² gemäß Werkvertragsnorm. Aufgrund der Öffnung im Bodenaufbau im Gruppenraum im EG des Gebäudes, die durch die dort befindliche Stahlbetonstütze hervorgerufen wird, ändert sich das Ergebnis der Mengenabfrage im Vergleich zur Nettomenge geringfügig um 0,01 m³. Mit den Angaben zu den Schichtdicken ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Aufgrund der Modellierung des Fußbodenaufbaus als ein Deckenelement bestehend aus mehreren Layern ist eine Volumenberechnung eines einzelnen Layers (hier die Schüttung) in Revit nicht durchführbar. Es können ausschließlich die Fläche und das Volumen des gesamten Fußbodenaufbaus ermittelt werden. Daher ist ein Mengenvergleich zwischen iTWO und IFC für diese Position nicht möglich.

ULG 1122 Trenn- und Dämmschichten**112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30****Tab. 5.71: Mengenermittlung 112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30 gem. ÖN B 2232**

Position	112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2232 – Estricharbeiten	
Auswahlgruppe	'Alle Bodenaufbauten' & 'Alle Wände'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWall
	Daten(Type)\Produktart Trittschalldämmung} == 'EPS-T'	ifcMaterial('Produktart Trittschalldämmung')
	Layer 3\Material == 'Fußboden - Trittschall'	ifcMaterial == 'Fußboden - Trittschall'
	Layer 3\Width	ifcMaterialLayer
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 3\Material} =='Fußboden - Trittschall' und Attribut{Daten(Type)\Produktart Trittschalldämmung} =='EPS-T' und Attribut{Layer 3\Width} >=(0,030[m]) und Attribut{Layer 3\Width} <=(0,034[m]);Norm:="Brutto")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 3\Material} =='Fußboden - Trittschall' und Attribut{Daten(Type)\Produktart Trittschalldämmung} =='EPS-T' und Attribut{Layer 3\Width} >=(0,030[m]) und Attribut{Layer 3\Width} <=(0,034[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p>	
Mengenabfrage	479,42 m ²	471,97 m ² (ohne Türstockbereich)

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Für diese Position gelten die Erläuterungen zur Berechnung der Position „112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30“ in Kapitel 5.2.4. Der einzige Unterschied liegt in der Berücksichtigung von Öffnungen mit einer Fläche kleiner oder gleich 0,50 m² gemäß Werkvertragsnorm. Aufgrund der Öffnung im Bodenaufbau im Gruppenraum im EG des Gebäudes, die durch die dort befindliche Stahlbetonstütze hervorgerufen wird, ändert sich das Ergebnis der Mengenabfrage im Vergleich

zur Nettomenge geringfügig um 0,06 m². Mit den Angaben zur Schichtdicke und zur Produktart ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die Differenz der Ergebnisse der Mengenabfragen in iTWO und IFC lässt sich auf den nicht modellierten Bodenaufbau in den Türstockbereichen in Revit zurückführen.

ULG 1124 Unterlagsestriche

112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225

Tab. 5.72: Mengenermittlung 112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225 gem. ÖN B 2232

Position	112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2232 – Estricharbeiten	
Auswahlgruppe	'Alle Bodenaufbauten' & 'Alle Wände'	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWall
	Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich == 'E225'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Estrich')
	Layer 2\Material == 'Fußboden - Estrich'	ifcMaterial == 'Fußboden - Estrich'
	Layer 2\Width	ifcMaterialLayer
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'	Pset_WallCommon\IsExternal == 'True' / 'False'
	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'	Pset_WallCommon\LoadBearing == 'True'
QTO-Formel	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Estrich' und Attribut{Layer 2\Width} ==(0,07[m]) und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich} =='E225'")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Estrich' und Attribut{Layer 2\Width} ==(0,07[m]) und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich} =='E225';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p>	
Mengenabfrage	479,42 m ²	471,97 m ² (ohne Türstockbereich)

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Für diese Position gelten die Erläuterungen zur Berechnung der Position „112403D Schwimm.Zem.E-

U-Estrich 70mm E225“ in Kapitel 5.2.4. Der einzige Unterschied liegt in der Berücksichtigung von Öffnungen mit einer Fläche kleiner oder gleich 0,50 m² gemäß Werkvertragsnorm. Aufgrund der Öffnung im Bodenaufbau im Gruppenraum im EG des Gebäudes, die durch die dort befindliche Stahlbetonstütze hervorgerufen wird, ändert sich das Ergebnis der Mengenabfrage im Vergleich zur Nettomenge geringfügig um 0,06 m². Mit den Angaben zur Schichtdicke und zur Festigkeitsklasse ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die Differenz der Ergebnisse der Mengenabfragen in iTWO und IFC lässt sich auf den nicht modellierten Bodenaufbau in den Türstockbereichen in Revit zurückführen.

112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225

Tab. 5.73: Mengenermittlung 112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225 gem. ÖN B 2232

Position	112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2232 – Estricharbeiten	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich == 'E225'	ifcMaterial('Festigkeitsklasse Estrich')
	Layer 3\Material == 'Fußboden - Estrich'	ifcMaterial == 'Fußboden - Estrich'
	Layer 3\Width	ifcMaterialLayer
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True'
Mengenabfrage	36,20 m ²	36,20 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Für diese Position gelten die Erläuterungen zur Berechnung der Position „112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225“ in Kapitel 5.2.4. Der einzige Unterschied liegt in der Berücksichtigung von Öffnungen mit einer Fläche kleiner oder gleich 0,50 m² gemäß Werkvertragsnorm. Da jedoch der Balkenaufbau keine Öffnungen aufweist, ändert sich das Ergebnis der Mengenabfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Mit den Angaben zur Schichtdicke und zur Festigkeitsklasse wird die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

Zusammenfassung LG 11 Estricharbeiten (ÖNORM B 2232)

Für den spezifischen Fall des behandelten Gebäudemodells können die Mengenermittlungen der Estricharbeiten gemäß den Regelungen der ÖNORM B 2232 in iTWO korrekt durchgeführt werden. Die in den Positionen in Kapitel 5.2.4 beschriebenen Problematiken hinsichtlich des nicht modellierten Bodenaufbaus in den Türstockbereichen und auftretender Fehlfunktionen bestimmter Befehle in iTWO verhindern jedoch die Erstellung von allgemeingültigen QTO-Formeln für die betrachteten Positionen. Durch Berücksichtigung der Abrechnungsregeln ändert sich die in iTWO ermittelte Menge der Positionen 112104B, 12216D und 112403D geringfügig gegenüber der Nettomenge. Während für die Position 112104B ein Mengenvergleich zwischen iTWO und IFC nicht möglich ist (Siehe Erläuterungen auf S. 108), lässt sich die Differenz zwischen iTWO und IFC bei

den Positionen 112216D und 112403D auf den nicht modellierten Fußbodenaufbau in den Türstockbereichen, der in iTWO über die QTO-Formel berücksichtigt wird, zurückführen. Die Mengen der Position 112405E stimmen trotz der Berücksichtigung der Abrechnungsregeln in iTWO weiterhin überein.

5.3.5 LG 12 Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden (ÖNORM B 2209)

Zusätzlich zu den in Kapitel 5.2.5 angeführten Erläuterungen gelten für die Mengenermittlungen in diesem Abschnitt die für Abdichtungsarbeiten bei Betonflächen und Wänden maßgebenden Regelungen der ÖNORM B 2209.¹²⁸ Nachfolgend sind die zutreffenden Abrechnungsregeln für die in Kapitel 5.2.5 aufgelisteten Positionen angegeben:

- ◆ Flächenmaß Abdichtungsarbeiten:
 - Der Aufmaßfeststellung nach Flächenmaß ist die größte gedeckte Fläche zugrunde zu legen.
 - Bei der Feststellung der Flächenmaße sind Öffnungen und Durchführungen bis zu 0,5 m² Querschnittsfläche nicht abzuziehen. Sofern für das direkte Einbinden an Anschlussflansche von Durchführungen nicht gesondert vergütet wird, sind diese bis 4,0 m² durchzurechnen.

Die Mengenabfrage ist in Tab. 5.74 dokumentiert.

ULG 1215 Schutz der Abdichtungen

121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm

Tab. 5.74: Mengenermittlung 121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm gem. ÖN B 2209

Position	121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2209 – Bauwerksabdichtungen	
Auswahlgruppe	Wärmedämmung Außenwände	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	Daten\Produktart Perimeterdämmung == 'XPS-G30/S'	ifcMaterial('Produktart Perimeterdämmung')
	MaterialName == 'Dämmung - hart'	ifcMaterial == 'Dämmung - hart'

¹²⁸ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM B 2209: Bauwerksabdichtungsarbeiten – Werkvertragsnorm*, (Austrian Standards Institute, 2014).

QTO-Formel	<p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Dämmung - hart' und Attribut{Daten\Produktart Perimeterdämmung} =='XPS-G30/S' und TiefeOptOBB =={(0,12[m])}";Norm:="Brutto")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{MaterialName} =='Dämmung - hart' und Attribut{Daten\Produktart Perimeterdämmung} =='XPS-G30/S' und TiefeOptOBB =={(0,12[m])};Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(4,00[m2])")</p>	
Mengenabfrage	54,43 m ²	52,47 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel werden die maximale Bruttowandfläche berechnet und anschließend die Öffnungen größer 4,00 m² abgezogen. Dadurch erhöht sich die in iTWO berechnete Fläche auf 54,43 m² und weicht damit von der in Revit ermittelten Menge (ohne Berücksichtigung der Abrechnungsregeln der ÖNORM B 2209) ab. Mit den Angaben zur Dicke und zur Produktart ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME wird mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden.

Zusammenfassung LG 12 Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden (ÖNORM B 2209)

Für das behandelte Gebäudemodell kann die Mengenermittlung der Abdichtungen bei Betonflächen und Wänden gemäß den Regelungen der ÖNORM B 2209 in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale der Perimeterdämmung zur exakten Mengenberechnung übermittelt.

5.3.6 LG 21 Dachabdichtungsarbeiten (ÖNORM B 2220)

Zusätzlich zu den in Kapitel 5.2.6 angeführten Erläuterungen gelten für die Mengenermittlungen in diesem Abschnitt die für Dachabdichtungsarbeiten maßgebenden Regelungen der ÖNORM B 2220.¹²⁹ Nachfolgend sind die zutreffenden Abrechnungsregeln für die in Kapitel 5.2.6 aufgelisteten Positionen angegeben:

- ◆ Flächenmaß Dachabdichtungsarbeiten:
 - Der Aufmaßfeststellung nach Flächenmaß ist die größte gedeckte Fläche zugrunde zu legen.
 - Bei der Feststellung der Flächenmaße sind Öffnungen und Durchführungen bis zu 0,5 m² Querschnittsfläche nicht abzuziehen. Sofern für das direkte Einbinden an Anschlussflansche von Durchführungen nicht gesondert vergütet wird, sind diese bis 4,0 m² durchzurechnen.

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.75 und Tab. 5.76 dokumentiert.

¹²⁹ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM B 2220: Dachabdichtungsarbeiten – Werkvertragsnorm*, (Austrian Standards Institute, 2012).

ULG 2112 K3-Warmdach m.Bitumenabdichtung f.ungenutzte Dächer**211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m²****Tab. 5.75: Mengenermittlung 211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m² gem. ÖN B 2220**

Position	211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m² Mit Kiesauflast. Aufbau bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> • bituminösem Haftanstrich/Trennlage (entfällt bei Untergründen aus Holzwerkstoffen) • Dampfsperre • Wärmedämmung (in eigener Position beschrieben) • Abdichtung aus Polymerbitumen, 2-lagig • Trennschicht • Kies (Korngröße 16 bis 32 mm), Schichtdicke: 10cm 	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2220 – Dachabdichtungsarbeiten	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten(Type)\Nutzungskategorie Dach == 'K3'	ifcSlab('Nutzungskategorie Dach')
	Layer 1\Material == 'Fußboden - Schüttung'	ifcMaterial == 'Fußboden - Schüttung'
Mengenabfrage	188,16 m ²	188,20 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel werden die Bruttobodenfläche des Dachaufbaus berechnet und gemäß Werkvertragsnorm Öffnungen mit einer Fläche größer 0,50 m² subtrahiert. Da der Dachaufbau keine Öffnungen aufweist, ändert sich das Ergebnis im Vergleich zur Nettomenge nicht. Mit den Angaben zur Nutzungskategorie des Daches ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME wird mit „m²“ angegeben. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

ULG 2171 Wärmedämmschichten bei Dachabdichtungsarbeiten**217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm****Tab. 5.76: Mengenermittlung 217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm gem. ÖN B 2220**

Position	217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2220 – Dachabdichtungsarbeiten	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten(Type)\Gefälle Gefälledämmung == '2%'	ifcMaterial('Gefälle Gefälledämmung')
	Daten(Type)\Produktart Gefälledämmung} == 'EPS-W20'	ifcMaterial('Produktart Gefälledämmung')
	Layer 2\Material == 'Dämmung - hart'	ifcMaterial == 'Dämmung - hart'
	Layer 2\Width	ifcMaterialLayer
Mengenabfrage	188,16 m ²	188,20 m ²

Die Dämmung verläuft in einem Gefälle von 2% mit einer abnehmenden Dicke von 30 cm auf 20 cm. Bei der in der Position angegebenen Dicke von 25 cm handelt es sich folglich um den Mittelwert. In der QTO-Formel werden die Grenzen mit 20 cm bzw. 30 cm angegeben, da sich die Schichtdicke durch das Gefälle in diesem Bereich befindet. Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel werden die Bruttobodenfläche der Gefälledämmung berechnet und gemäß Werkvertragsnorm Öffnungen mit einer Fläche größer 0,50 m² subtrahiert. Da der Dachaufbau keine Öffnungen aufweist, ändert sich das Ergebnis im Vergleich zur Nettomenge nicht. Mit den Angaben zur Produktart, zum Gefälle und zur Schichtdicke ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME wird mit „m²“ angegeben. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

Zusammenfassung LG 21 Dachabdichtungsarbeiten (ÖNORM B 2220)

Für das behandelte Gebäudemodell können die Mengenermittlungen der Dachabdichtungsarbeiten gemäß den Regelungen der ÖNORM B 2220 in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale des Dachaufbaus zur exakten Mengenermittlung übermittelt. Die minimale Mengenabweichung zwischen iTWO und IFC lässt sich nach genauer Betrachtung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen.

5.3.7 LG 24 Fliesen- und Plattenlegearbeiten (ÖNORM B 2207)

Zusätzlich zu den in Kapitel 5.2.7 angeführten Erläuterungen gelten für die Mengenermittlungen in diesem Abschnitt die für Fliesen- und Plattenlegearbeiten maßgebenden Regelungen der ÖNORM B 2207.¹³⁰ Nachfolgend sind die zutreffenden Abrechnungsregeln für die in Kapitel 5.2.7 aufgelisteten Positionen angegeben:

- ◆ Flächenmaß Fliesen- und Plattenlegearbeiten:
 - Wand- und Bodenbeläge werden nach Flächenmaß festgestellt.
 - Aussparungen bis 0,5 m² Einzelfläche werden nicht abgezogen.
 - Die Wandhöhe wird vom Untergrund bis zur oberen Begrenzung des Belags gemessen.

Die Mengenabfragen sind in den Tab. 5.77 bis Tab. 5.79 dokumentiert.

ULG 2411 Wandbeläge innen

241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m

Tab. 5.77: Mengenermittlung 241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m gem. ÖN B 2207

Position	241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2207 - Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten	
Auswahlgruppe	Alle Toiletten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Column'	ifcColumn
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
Mengenabfrage	27,63 m ²	nicht modelliert

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. In der QTO-Formel werden alle an Toiletten angrenzende Wände und Stützen sämtlicher Materialien berücksichtigt. Die im Befehl „HRef“ aufgestellten Bedingungen regeln die Berechnung der Bruttomantelfläche bis zu der Raumhöhe von 1 m. Da die Referenzhöhe von der Rohdeckenoberkante gemessen wird und der Bodenaufbau eine Dicke von 20 cm aufweist, musste die untere und obere Grenze des Höhenbezugs mit 0,20 m bzw. 1,20 m gewählt werden. Die Verwendung eines automatischen Höhenbezugs des Fußbodenaufbaus lässt RIB iTWO aktuell nicht zu. Anschließend werden Öffnungen größer 0,50 m² abgezogen. Da alle Öffnungen größer 0,50 m² sind, ändert sich das Ergebnis der Mengenabfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Über die QTO-Formel wird die ME „m²“ angegeben. Da der Fliesenwandbelag in Revit nicht modelliert ist, kann die Menge in dieser Software nicht berechnet und somit von IFC nicht übermittelt werden. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

¹³⁰ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM B 2207: Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten – Werkvertragsnorm*, (Austrian Standards Institute, 2017).

ULG 2412 Boden- u. Sockelbeläge innen**241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30****Tab. 5.78: Mengenermittlung 241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30 gem. ÖN B 2207**

Position	241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2207 - Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen == 'FK Gr.BI ZE unbeh.'	ifcMaterial('Materialgruppe Fliesen')
	Layer 1\Material == 'Fußboden - Fliese Travertin 300 x 300'	ifcMaterial == 'Fußboden - Fliese Travertin 300 x 300'
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
Fehlende Beschreibungen	Türöffnungsrichtung	Türöffnungsrichtung
Mengenabfrage	211,39 m ² (ohne Türstockbereich)	211,38 m ² (ohne Türstockbereich)

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Für diese Position gelten die Erläuterungen zur Berechnung der Position „241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30“ in Kapitel 5.2.7. Der einzige Unterschied liegt in der Berücksichtigung von Öffnungen mit einer Fläche kleiner oder gleich 0,50 m² gemäß Werkvertragsnorm. Da der Bodenaufbau mit Fliesenbodenbelag keine Öffnungen aufweist, ändert sich das Ergebnis der Mengenabfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Mit den Angaben zum Material und zur Materialgruppe wird die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die Abweichung in den Mengenabfragen lässt sich nach detaillierter Überprüfung der Rechenschritte in iTWO vermutlich auf Rundungsdifferenzen zurückführen. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

ULG 2422 Boden- u. Sockelbeläge außen**242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20****Tab. 5.79: Mengenermittlung 242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20 gem. ÖN B 2207**

Position	242201B Bodenbelag Gr.Ia ZE 20x20	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2207 - Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten	
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen == 'Gr.Ia ZE'	ifcMaterial('Materialgruppe Fliesen')
	Layer 1\Material == 'Fußboden - Granit grau 200 x 200'	ifcMaterial == 'Fußboden - Granit grau 200 x 200'
	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'True'
Mengenabfrage	36,20 m ²	36,20 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Für diese Position gelten die Erläuterungen zur Berechnung der Position „242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20“ in Kapitel 5.2.7. Der einzige Unterschied liegt in der Berücksichtigung von Öffnungen mit einer Fläche kleiner oder gleich 0,50 m² gemäß Werkvertragsnorm. Da jedoch der Balkonaufbau keine Öffnungen aufweist, ändert sich das Ergebnis der Mengenabfrage im Vergleich zur Nettomenge nicht. Mit den Angaben zum Material und zur Materialgruppe wird die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die QTO-Formel ist im Anhang in Kapitel 8.1 angeführt.

Zusammenfassung LG 24 Fliesen- und Plattenlegearbeiten (ÖNORM B 2207)

Für das behandelte Gebäudemodell können die Mengenermittlungen der Fliesen- und Plattenlegearbeiten gemäß den Regelungen der ÖNORM B 2207 nur teilweise korrekt ausgeführt werden. Dabei entsprechen die auftretenden Problematiken den Ausführungen in Kapitel 5.2.7. Eine Mengenänderung durch Berücksichtigung der Abrechnungsregeln gegenüber der Nettomenge ergibt sich bei diesem Gebäudemodell nicht.

5.3.8 LG 38 Holzfußböden (ÖNORM B 2236)

Zusätzlich zu den in Kapitel 5.2.8 angeführten Erläuterungen gelten für die Mengenermittlungen in diesem Abschnitt die für Bodenbeläge und Holzfußböden maßgebenden Regelungen der ÖNORM B 2236.¹³¹ Nachfolgend sind die zutreffenden Abrechnungsregeln für die in Kapitel 5.2.8 aufgelisteten Positionen angegeben:

- ◆ Flächenmaß Bodenbeläge und Holzfußböden:
 - Der verlegte Bodenbelag wird nach Flächenmaß festgestellt.
 - Abzuziehen sind nicht ausgelegte Flächen über 0,5 m².

Die Mengenabfrage ist in Tab. 5.80 dokumentiert.

ULG 3811 Mehrschichtparkett verklebt Schiffsboden-Optik 2,5-3mm

381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl

Tab. 5.80: Mengenermittlung 381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl gem. ÖN B 2236

Position	381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl	
Werkvertragsnorm		
Auswahlgruppe	Alle Bodenaufbauten	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Daten(Type)\Nutzschicht Parkettboden == '2,5-3mm'	ifcMaterial('Nutzschicht Parkettboden')
	Layer 1\Material == 'Fußboden - Parkett Eiche'	ifcMaterial == 'Fußboden - Parkett Eiche'

¹³¹ vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM B 2236: Bodenbeläge und Holzfußböden – Werkvertragsnorm*, (Austrian Standards Institute, 2019).

Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'	Pset_SlabCommon\IsExternal == 'False'
Fehlende Beschreibungen	Türöffnungsrichtung	Türöffnungsrichtung
QTO-Formel	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Parkett Eiche' und Attribut{Daten(Type)\Nutzschicht Parkettboden} =='2,5-3mm';Norm:="Brutto")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Parkett Eiche' und Attribut{Daten(Type)\Nutzschicht Parkettboden} =='2,5-3mm';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p>	
Mengenabfrage	260,68 m ² (ohne Türstockbereich)	260,59 m ² (ohne Türstockbereich)

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Für diese Position gelten die Erläuterungen zur Berechnung der Position „381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl“ in Kapitel 5.2.8. Der einzige Unterschied liegt in der Berücksichtigung von Öffnungen mit einer Fläche kleiner oder gleich 0,50 m² gemäß Werkvertragsnorm. Aufgrund der Öffnung im Bodenaufbau im Gruppenraum im EG des Gebäudes, die durch die dort befindliche Stahlbetonstütze hervorgerufen wird, ändert sich das Ergebnis der Mengenabfrage im Vergleich zur Nettomenge geringfügig um 0,06 m². Mit den Angaben zum Material und zur Nutzschicht des Parkettbodens ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert.

Zusammenfassung LG 38 Holzfußböden (ÖNORM B 2236)

Für das behandelte Gebäudemodell kann die Mengenermittlung des Holzfußbodens gemäß den Regelungen der ÖNORM B 2236 nicht korrekt ausgeführt werden. Die Gründe dafür sind die bereits in Kapitel 5.2.8 erläuterte Problematik hinsichtlich der fehlenden Information der Türöffnungsrichtung. Durch Berücksichtigung der Abrechnungsregeln ändert sich das Ergebnis der Mengenermittlung in iTWO minimal um 0,06 m².

5.3.9 LG 44 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) (ÖNORM B 2259)

Zusätzlich zu den in Kapitel 5.2.9 angeführten Erläuterungen gelten für die Mengenermittlungen in diesem Abschnitt die für Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) maßgebenden Regelungen der ÖNORM B 2259.¹³² Nachfolgend sind die zutreffenden Abrechnungsregeln für die in Kapitel 5.2.9 aufgelisteten Positionen angeben:

- ◆ Flächenmaß WDVS:
 - Das Ausmaß wird in der Abwicklung der fertigen Oberfläche festgestellt.
 - Anschlussflächen von Balkonen und Terrassenplatten sowie auskragenden Vordächern, soweit die Unterbrechung der Fassade eine Höhe von 20 cm nicht übersteigt, sind durchzumessen.
 - Unbehandelte, zusammenhängende Flächen bis 0,5 m² Einzelausmaß sind durchzumessen.
 - Sind für Leibungen des WDVS keine Positionen vorgesehen, werden Öffnungen über 0,5 m² bis 4,0 m² durchgemessen, sofern zumindest eine Leibungsfläche des WDVS mit der Deckschicht versehen ist.

Die Mengenabfrage ist in Tab. 5.81 dokumentiert.

ULG 4403 WDVS mit Mineralwolle-Platten (MW-PT)

440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm

Tab. 5.81: Mengenermittlung 440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm gem. ÖN B 2259

Position	440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm	
Werkvertragsnorm	ÖNORM B 2259 - Herstellung von Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystemen	
Auswahlgruppe	Wärmedämmung Außenwände	
	iTWO	IFC
Klassen/Merkmale für QTO-Formel	Bauteiltyp == 'Opening'	ifcOpeningElement
	Bauteiltyp == 'Wall'	ifcWallStandardCase
	Daten\Produktart WDVS == 'MW-PT5'	ifcMaterial('Produktart WDVS')
	Daten\Unterputz-Mindestdicke WDVS == '5mm'	ifcMaterial('Unterputz-Mindestdicke WDVS')
	Daten\Wärmeleitfähigkeit WDVS == '0,034W/(mK)'	ifcMaterial('Wärmeleitfähigkeit WDVS')
	MaterialName == 'Dämmung - weich'	ifcMaterial == 'Dämmung - weich'

¹³² vgl. Austrian Standards Institute, *ÖNORM B 2259: Herstellung von Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystemen – Werkvertragsnorm*, (Austrian Standards Institute, 2012).

QTO-Formel	<p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Dämmung - weich' und Attribut{Daten\Produktart WDVS} =='MW-PT5' und Attribut{Daten\Wärmeleitfähigkeit WDVS} =='0,034W/(mK)' und Attribut{Daten\Unterputz-Mindestdicke WDVS} =='5mm' und TiefeOptOBB ==(0,20[m])";Norm:="Brutto")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{MaterialName} =='Dämmung - weich' und Attribut{Daten\Produktart WDVS} =='MW-PT5' und Attribut{Daten\Wärmeleitfähigkeit WDVS} =='0,034W/(mK)' und Attribut{Daten\Unterputz-Mindestdicke WDVS} =='5mm' und TiefeOptOBB ==(0,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(4,00[m2])")</p>	
Mengenabfrage	626,24 m ²	531,97 m ²

Die Merkmale für die Erstellung der Auswahlgruppe können in Tab. 5.2 abgelesen werden. Über die QTO-Formel werden die maximale Bruttowandfläche berechnet und anschließend die Öffnungen größer 4,00 m² abgezogen. Mit den Angaben zur Produktart, zur Wärmeleitfähigkeit, zur Unterputz-Mindestdicke und zur Dicke der Wärmedämmung ist die QTO-Formel gemäß der Position der LB-HB klassifiziert. Die ME wird mit „m²“ angegeben. Die Mengenermittlung kann ohne Probleme durchgeführt werden. Da die Öffnungen in den Außenwänden größtenteils eine kleinere Fläche als 4,00 m² aufweisen, erhöhte sich die berechnete Fläche im Vergleich zu der in Revit angegebenen Fläche (ohne Berücksichtigung der Abrechnungsregeln der ÖNORM B 2259) um beinahe 100 m².

Zusammenfassung LG 44 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) (ÖNORM B 2259)

Für das behandelte Gebäudemodell kann die Mengenermittlung des WDVS gemäß den Regelungen der ÖNORM B 2259 in iTWO problemlos durchgeführt werden. Von der IFC-Datei werden alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale des WDVS zur exakten Mengenberechnung übermittelt. Durch Berücksichtigung der Abrechnungsregeln erhöhte sich die in iTWO ermittelte Fläche um 94,26 m² und weicht damit erheblich von der in Revit berechneten Menge ab.

5.4 Vergleich der beiden Methoden der Mengenermittlung

In Tab. 5.82 werden die Ergebnisse der beiden Methoden der in RIB iTWO durchgeführten Mengenermittlung miteinander verglichen und die prozentualen Abweichungen der einzelnen Positionen angegeben.

Tab. 5.82: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Mengenermittlungen

Position	Menge gem. Nettomengenermittlung	Menge gem. Mengenermittlung nach Werkvertragsnorm	ME	Abweichung
070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm	60,00	60,00	m3	0,00%
070107S Schalung Fundamentplatte	18,00	18,00	m2	0,00%
070107V Bewehrung Stabst. Fundamentplatte	1.000,00	1.000,00	kg	0,00%
070107W Bewehrung Matten Fundamentplatte	7.000,00	7.000,00	kg	0,00%
070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m	3,00	3,00	m3	0,00%
070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m	63,59	63,59	m3	0,00%
070201S Betonwand Schalung b.3,2m	563,99	563,99	m2	0,00%
070201V Bewehrung Stabst. Betonwand b.3,2m	390,26	390,26	kg	0,00%
070201W Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m	4.615,11	4.615,11	kg	0,00%
070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m	9,10	9,10	m3	0,00%
070203S Betonwand Schalung ü.3,2m	95,00	95,00	m2	0,00%
070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m	364,00	364,00	kg	0,00%
070214D Beton Stützen ü.0,05m2 C25/30 b.3,2m	0,34	0,34	m3	0,00%
070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m	5,40	5,40	m2	0,00%
070214T Bewehrung Stabst. Beton Stützen b.3,2m	40,50	40,50	kg	0,00%
070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m	1,82	1,82	m3	0,00%
070218S Schalung Beton Balk/Rost b.3,2m	18,08	18,08	m2	0,00%
070218V Bewehrung Stabst. Beton Balk/Rost b.3,2m	218,45	218,45	kg	0,00%
070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m	121,67	121,67	m3	0,00%
070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m	541,30	541,30	m2	0,00%
070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m	56,39	56,39	m2	0,00%

070301V Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2m	1.216,73	1.216,73	kg	0,00%
070301W Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2m	10.950,53	10.950,53	kg	0,00%
080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m	41,44	41,44	m2	0,00%
080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m	395,51	395,51	m2	0,00%
080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m	292,70	292,70	m2	0,00%
100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton	385,42	410,48	m2	6,50%
100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelemente	1.041,73	1.112,39	m2	6,78%
100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton	218,42	218,42	m2	0,00%
100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton	95,00	95,00	m2	0,00%
100151A Az IP W f.Pfeiler	4,05	4,05	m2	0,00%
100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton	486,00	486,00	m2	0,00%
112104B Niveauausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm	45,68	45,69	m3	0,02%
112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30	479,36	479,42	m2	0,01%
112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225	479,36	479,42	m2	0,01%
112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225	36,20	36,20	m2	0,00%
121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm	52,47	54,43	m2	3,74%
211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m ²	188,16	188,16	m2	0,00%
217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm	188,16	188,16	m2	0,00%
241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m	27,63	27,63	m2	0,00%
241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30	211,39	211,39	m2	0,00%
242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20	36,20	36,20	m2	0,00%
381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl	260,62	260,68	m2	0,02%
440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm	531,98	626,24	m2	17,72%

Die Gegenüberstellung zeigt, dass sich die Mengen nur in wenigen Positionen verändert haben. Dieser Umstand gilt für das verwendete Gebäudemodell, kann sich jedoch von Projekt zu Projekt

unterschiedlich darstellen. Nachfolgend werden die Mengenabweichungen in den betreffenden Positionen näher erläutert:

- ◆ 100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton: Die Menge dieser Position ändert sich von 385,42 m² um 6,50% auf 410,48 m². Diese Abweichung lässt sich auf die Regelung der ÖNORM B 2210, nach der für die Berücksichtigung der Leibungen nur Öffnungen größer 4,00 m² abgezogen werden, zurückführen.
- ◆ 100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelemente: Die Menge dieser Position ändert sich von 1.041,73 m² um 6,78% auf 1.112,39 m². Als Begründung für die Abweichung gilt die Erläuterung für die Position 100111A1.
- ◆ 112104B Niveaueausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm: Die Menge dieser Position ändert sich von 45,68 m³ um 0,02% auf 45,69 m³. Die Regelung der ÖNORM B 2232 sieht vor, dass Öffnungen mit einer Fläche bis 0,50 m² nicht abgezogen werden. Die Mengenabweichung entsteht durch die Öffnung im Fußbodenaufbau im Gruppenraum im Erdgeschoss, die durch die dort situierte Stahlbetonstütze hervorgerufen wird.
- ◆ 112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30: Die Menge dieser Position ändert sich von 479,36 m² um 0,01% auf 479,42 m². Als Begründung für die Abweichung gilt die Erläuterung für die Position 112104B.
- ◆ 112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225: Die Menge dieser Position ändert sich von 479,36 m² um 0,01% auf 479,42 m². Als Begründung für die Abweichung gilt die Erläuterung für die Position 112104B.
- ◆ 121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm: Die Menge dieser Position ändert sich von 52,47 m² um 3,74% auf 54,43 m². Die Regelung der ÖNORM B 2209 sieht vor, dass Öffnungen mit einer Fläche bis 4,00 m² durchzurechnen sind, sofern das direkte Einbinden an Anschlussflansche von Durchführungen nicht gesondert vergütet wird. Dadurch ergibt sich die o. a. Abweichung.
- ◆ 381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl: Die Menge dieser Position ändert sich von 260,62 m² um 0,02% auf 260,68 m². Die Regelung der ÖNORM B 2236 sieht vor, dass nur nicht verlegte Flächen größer 0,50 m² abgezogen werden. Die Mengenabweichung entsteht durch die Öffnung im Fußbodenaufbau im Gruppenraum im Erdgeschoss, die durch die dort situierte Stahlbetonstütze hervorgerufen wird.
- ◆ 440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm: Die Menge dieser Position ändert sich von 531,98 m² um 17,72% auf 626,24 m². Diese Abweichung lässt sich auf die Regelung der ÖNORM B 2259, nach der für die Berücksichtigung der Leibungen nur Öffnungen größer 4,00 m² abgezogen werden, zurückführen.

6 Forschungsergebnisse und Ausblick

In diesem Abschnitt folgt die Darlegung der Forschungsergebnisse dieser Arbeit. Erst werden die in Kapitel 1 angeführten Forschungsfragen beantwortet und abschließend wird ein Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungsfelder gegeben.

6.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Frage 1: Wie praxistauglich ist die Mengenermittlung von Bauleistungen in RIB iTWO mit aus Autodesk Revit exportierten Modellen im IFC-Format hinsichtlich Funktionalität der verwendeten Software?

Aus der Sicht des Autors bringt die grundsätzliche Idee der Abwicklung der modellbasierten Mengenermittlung in RIB iTWO Erleichterungen im Vergleich zur Mengenermittlung in konventionellen Abrechnungsprogrammen wie z. B. AUER Success mit sich. Die QTO-Formeln in Kombination mit der Bemusterung und den Auswahlgruppen ermöglichen eine schnellere Mengenermittlung gegenüber der klassischen Arbeitsweise, bei der Naturaufmaße oder Maße aus Plänen genommen werden müssen, um die Berechnung der einzelnen Geometrien manuell in die Software eingeben zu können. In dieser Hinsicht ergeben sich durch die Verwendung eines digitalen Modells Aufwandsverringerungen und Zeiteinsparungen in der Kalkulation und der Abrechnung.

Für das in Autodesk Revit erzeugte Gebäudemodell, das im IFC-Datenformat IFC2x3 und mit der MVD Coordination View Version 2.0 exportiert und in RIB iTWO importiert wird, funktionieren die in Kapitel 5 dargestellten Mengenermittlungen für die meisten Positionen zufriedenstellend. Die IFC-Datei überliefert für den Großteil der Positionen ausreichend Informationen, um diese korrekt abzurechnen. In einigen Fällen treten jedoch Probleme auf, die eine fehlerfreie Mengenermittlung erschweren oder sogar unmöglich machen. Zum einen werden diese Konflikte durch fehlende Informationen hervorgerufen. Auf diese fehlenden Merkmale und Beschreibungen wird in den Forschungsfragen 2 und 3 näher eingegangen. Zum anderen liefern einige Befehle in den QTO-Formeln ein falsches oder kein Ergebnis:

- ◆ Die durchgeführten Mengenermittlungen führen zur Erkenntnis, dass an Öffnungen der Befehl „Bodenfläche“, der die Bodenfläche der Öffnung berechnen soll, nicht anwendbar ist (Siehe S. 74). Der Grund dafür ist, dass der Befehl „Bodenfläche“ auf Wand- und Deckenbauteilen aufbaut. Dies kann auch mit dem Befehl „Schalter“ nicht umgangen werden.
- ◆ Die Oberfläche von Einbauteilen wie Türen oder Fenster kann nicht direkt an diesen berechnet, sondern muss über die Fläche der Öffnungen ermittelt werden (Siehe Kapitel 5.3.3).
- ◆ Die Eingabe der Bedingungen für die Unterstellhöhe von Decken oder Balken oder die maximale Oberkante von Balken ist mit Befehlen der QTO-Formeln nicht möglich, da iTWO die darunterliegenden Decken nicht als Referenzhöhe anerkennt (Siehe Kapitel 5.2.1 und 5.2.3).

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Darstellung der Bauwerksinformationen in RIB iTWO. Die von der IFC-Datei übertragenen Merkmale und Beschreibungen der Bauteile werden in der Software

äußerst unstrukturiert wiedergegeben. Dabei unterscheiden sich Bezeichnungen von Klassen und Beschreibungen gegenüber den Termini im IFC-Datenformat.

Zusammenfassend kann angeführt werden, dass die modellbasierte Mengenermittlung eines mittels IFC-Datei importierten Gebäudemodells in iTWO in ihren Grundsätzen bereits nach Wunsch verläuft, weshalb der in dieser Arbeit abgebildete Arbeitsprozess für beinahe alle behandelten Positionen als praxistauglich beurteilt werden kann. Dennoch werden durch die Durchführung der Mengenermittlungen einige Schwachstellen der Software aufgezeigt, die für eine zukünftig fehlerlose Anwendung von iTWO beseitigt werden müssen.

Frage 2: Welche der durch das IFC-Format übergebenen Informationen sind für die korrekte Mengenermittlung und den Aufbau der Mengenabfragen in RIB iTWO nach den Spezifikationen der Leistungsbeschreibung Hochbau der behandelten Positionen notwendig?

Die wichtigsten von der IFC-Datei übergebenen Informationen sind die IFCBuildingElements (äquivalent der Bauteiltypen in iTWO) und die Materialangaben zu den Bauteilen. Schon mit diesen Merkmalen lassen sich die meisten Elemente filtern, zu Positionen zuordnen und berechnen. Bei bestimmten Positionen waren noch weitere Beschreibungen, wie z. B. ob es sich um ein Außen- oder Innenbauteil handelt oder in welchem Geschoss sich das Element befindet, nötig. Detaillierte Angaben zu den benötigten Merkmalen und Beschreibungen für die Mengenermittlung können für jede Position den Protokollen in Kapitel 5 entnommen werden.

In dieser Arbeit tritt nur eine fehlende Information in RIB iTWO auf, die jedoch für die Abrechnung des Gebäudemodells notwendig gewesen wäre. Dabei handelt es sich um die Angabe zur Öffnungsrichtung von Türen. Die Problematik der fehlenden Information zur Türöffnungsrichtung wird in der Forschungsfrage 3 genau behandelt. Ein weiterer Aspekt, der im Laufe der Mengenermittlungen ersichtlich wurde, ist die fehlende Verknüpfung von Öffnungen mit Fenstern oder Terrassen-/Balkontüren. Aktuell ist ausschließlich eine Verknüpfung von Öffnungen mit den dazugehörigen Türelementen möglich. Eine solche Verknüpfung wäre ein nützliches Hilfsmittel für einige Berechnungen. In dieser Arbeit kann dieser Umstand bei der Mengenermittlung des Innenputzes (wie in Kapitel 5.3.3 beschrieben) durch Höhenbezüge umgangen werden, für eine allgemeine Lösung, die in allen Fällen anwendbar wäre, ist aber eine derzeit noch nicht vorhandene Verknüpfung zwischen Öffnungen und Fenstern oder Terrassen-/Balkontüren notwendig. Bei Überprüfung der txt-Datei des IFC-Modells zeigt sich, dass die Öffnungselemente hier eine Verknüpfung mit Türen aufweisen, mit Fensterelementen jedoch nicht. Die Öffnungen der Fensterelemente sind mit den Wänden, in denen diese situiert sind, verknüpft. Daher ist die erwähnte Verbindung in iTWO nicht möglich.

Für die korrekte Mengenermittlung der behandelten Positionen werden beinahe alle notwendigen Beschreibungen und Merkmale durch die IFC-Datei übermittelt. Die QTO-Formeln können mit den übergebenen Informationen nach den Spezifikationen der LB-HB aufgebaut werden. Bei Bauprojekten handelt es sich i. d. R. um Unikate, weshalb sich die Aufgabe, standardisierte, auf alle Projekte anwendbare QTO-Formeln zu erstellen, jedoch als äußerst schwierig darstellt. Da sich Bauvorhaben in ihren Details wesentlich unterscheiden, sind die erzeugten QTO-Formeln der in dieser Arbeit untersuchten Positionen mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht für alle Modelle einsetzbar. Sie können aber durchaus als Basis dienen, die nur noch um die Einzelheiten des jeweiligen Projektes adaptiert werden muss.

Frage 3: Wie hoch soll der Detaillierungsgrad der Modellierung in Autodesk Revit für die Mengenermittlung der behandelten Positionen gewählt werden bzw. inwieweit können nicht modellierte Elemente durch die QTO-Formeln in RIB iTWO berücksichtigt werden?

Allgemein ist es für die Mengenermittlung vorteilhaft, wenn die in einer Position abzurechnenden Bauteile modelliert worden sind. Die Mengenermittlungen zeigen, dass bei Berechnungen von modellierten Elementen keine Probleme auftreten und die Ergebnisse korrekt sind. Es werden aber auch Position mit nicht modellierten Elementen wie der Innenputz, der Bodenaufbau im Türstockbereich und Wandfliesen in Toilettenräumen abgerechnet.

Die Mengenermittlung des Innenputzes wird über die Oberflächen der Innenbauteile realisiert (Siehe Kapitel 5.2.3 und 5.3.3). Dies stellt grundsätzlich kein Problem dar, einzig die in der Beantwortung der Forschungsfrage 2 beschriebene fehlende Verknüpfung zwischen Öffnungen und Fensterelementen führte zu Schwierigkeiten. Für eine standardisierte Vorgehensweise müsste diese Problematik gelöst werden. Kann diese Verknüpfung in Zukunft gewährleistet werden, ist die Modellierung des Putzes für die Abrechnung nicht zwingend notwendig.

Werden in Autodesk Revit Türen in Wände eingefügt, wird der entsprechende Fußbodenaufbau des Raumes nicht für den Türstockbereich übernommen. In dieser Arbeit wird versucht, die Bereiche ohne Fußbodenaufbau über die QTO-Formeln zu berücksichtigen, um beurteilen zu können, ob die Modellierung des Fußbodenaufbaus in jedem einzelnen Türstockbereich für die Mengenermittlung nötig ist (Siehe Kapitel 5.2.4 und 5.3.4). Die Mengenermittlungen liefern das Ergebnis, dass Positionen von Schichten des Bodenaufbaus, die im gesamten Gebäude ident sind, über die QTO-Abfrage problemlos in die Berechnung miteinbezogen werden können. Dies gilt aber nicht für die Bodenbeläge. Welcher Bodenbelag im Türstockbereich verlegt wird, ist von der Öffnungsrichtung der Tür abhängig. Da jedoch die Türöffnungsrichtung nicht als Berechnungsparameter vorhanden ist, können die Flächen in den Türstockbereichen nicht berücksichtigt und die Mengenermittlung kann daher nicht korrekt ausgeführt werden. Daher ergibt sich folgende Beurteilung hinsichtlich Detaillierungsgrad des Modells:

- ◆ Werden immer gleiche Schichten wie z. B. Schüttung, Trittschalldämmung oder Estrich betrachtet, ist die Modellierung des Fußbodenaufbaus im Türstockbereich nicht zwingend notwendig. Vor allem bei größeren Projekten mit einer Vielzahl an Türen macht es Sinn, die nicht modellierten Bereiche über die QTO-Formel miteinzubeziehen, auch wenn die Abfrage dadurch komplexer wird.
- ◆ Sofern die Information über die Türöffnungsrichtung von der IFC-Datei nicht übermittelt werden kann, müssen für die korrekte Mengenermittlung der Bodenbeläge oder anderer veränderlicher Schichten in allen Türstockbereichen die Fußbodenaufbauten modelliert werden.

Daher ist aus aktueller Sicht eine vollständige Modellierung des Bodenaufbaus, d. h. auch in allen Türstockbereichen, für eine korrekte Mengenermittlung notwendig. Diese Problematik kann entweder durch eine Verbesserung von IFC, wodurch die Information der Türöffnungsrichtung nach dem Export und Import des Modells bestehen bleibt, gelöst werden. Als weitere Möglichkeit ist eine Weiterentwicklung von Revit denkbar, die eine automatische Übernahme des richtigen Fußbodenaufbaus in den Türstockbereich nach dem Einsetzen der Türen gewährleistet.

Die Menge der nicht modellierten Wandfliesen in den Toilettenräumen konnte grundsätzlich ohne Probleme mit Hilfe der Raumbezeichnung und einer Höhenreferenz von 1 m ermittelt werden. Eine generelle Lösung für die QTO-Formel verhindert jedoch iTWO, da das Programm einen automatischen Höhenbezug, der sich auf die Oberkante des fertigen Fußbodens bezieht, aktuell nicht zulässt. Daher muss der korrekte Höhenbezug manuell angegeben werden (Siehe S. 82). Für die Mengenermittlung ist eine Modellierung der Wandfliesen dennoch nicht zwingend notwendig.

Frage 4: Welche Unterschiede treten beim Vergleich zwischen der Ermittlung der Nettomengen und der Ermittlung der Mengen gemäß Werkvertragsnormen (ÖNORM B 22xx) für die behandelten Positionen hinsichtlich den Mengen und dem Aufbau der Mengenabfragen in RIB iTWO auf?

Die Regelungen der Werkvertragsnormen schreiben vor, wie die Aufmaße im Zuge der Abrechnung der verrichteten Leistungen erstellt werden müssen und unterscheiden dabei in Raum-, Flächen- und Längenmaße. Bei den in dieser Arbeit behandelten Positionen waren ausschließlich Raum- und Flächenmaße von Bedeutung. I. d. R. werden gemäß der Werkvertragsnormen dabei nur Öffnungen, Aussparungen, Durchführungen oder nicht behandelte Stellen mit einer Fläche von mindestens $0,50 \text{ m}^2$ subtrahiert. Bei Positionen des Innenputzes und der Wärmedämmung an der Außenwand bleiben Öffnungen bis $4,00 \text{ m}^2$ unberücksichtigt, wenn für die Verarbeitung der Leibungen keine gesonderten Positionen vorgesehen sind. Auf Basis dieser Vorgaben lieferten die Ergebnisse der Mengenabfragen bei Positionen des Innenputzes und der Wärmedämmung die größten Abweichungen, da das Gebäudemodell ansonsten nur wenige Öffnungen kleiner $0,50 \text{ m}^2$ aufweist. Die exakten Unterschiede der beiden Formen der Mengenermittlung können in Kapitel 5.4 nachgelesen werden. Der Umstand, in welchem Ausmaß sich die ermittelten Mengen im Gegenteil zu den Nettomengen ändern, ist jedenfalls projektabhängig, weshalb in dieser Hinsicht keine allgemein gültige Aussage getroffen werden kann.

Der größte Unterschied zur Nettomengenermittlung, der während der Mengenermittlungen nach Werkvertragsnormen in RIB iTWO zum Vorschein kommt, ist die gestiegene Komplexität der QTO-Formeln. Um die Regelungen der Werkvertragsnormen einzubeziehen, verlängern sich die QTO-Formeln erheblich und müssen zum Teil kompliziert aufgebaut werden. Dadurch erhöht sich der Aufwand sowie die Fehlerwahrscheinlichkeit. Ein möglicher Lösungsansatz, der die Komplexität der QTO-Formeln reduzieren könnte, ist die Integrierung der Werkvertragsnormen in iTWO. Die Software ermöglicht bereits die Verwendung der Regelungen aus der deutschen Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) in den QTO-Formeln. Für österreichische Normen gibt es diese Funktion derzeit noch nicht.

6.2 Ausblick

Aus der Sicht des Autors wird sich BIM zukünftig als neue Art der Projektabwicklung in der Branche durchsetzen. Eine neue Zeitrechnung wird in der Bauplanung, -ausführung sowie Gebäudenutzung anbrechen und wird diejenigen, die auf diese Arbeitsweise setzen, die bereits in Kapitel 2.1 beschriebenen Vorteile einbringen. Durch BIM kann das Baugewerbe drastisch modernisiert und die interdisziplinäre Zusammenarbeit deutlich effektiver und rentabler gestaltet werden. So

können verschiedene Gewerke gemeinsam an einer Informationsbasis arbeiten, die durch die stetige Ergänzung von Daten in das digitale Modell ständig erweitert wird. Voraussetzung dafür sind die Sicherstellung der technischen Grundlagen hinsichtlich der Softwareprogramme und dem verlustfreien Datenaustausch, die Schaffung eines für BIM geeigneten rechtlichen und vertraglichen Rahmens sowie ein radikales Umdenken der Mitwirkenden in der Baubranche bezüglich der gesamten Herangehensweise an Bauprojekte.

Angesichts der Mengenermittlungen zeigt diese Diplomarbeit, dass eine standardisierte modellbasierte Berechnung noch weitere Forschung und Entwicklung der beteiligten Software sowie der Schnittstellen benötigt. Trotz der bewusst sehr einfach gehaltenen Geometrien im verwendeten Gebäudemodell ist eine Standardisierung der QTO-Formeln in iTWO nicht für alle behandelten Positionen realisierbar. Dies liegt zum einen an den Vorgaben der Positionen der LB-HB, zum anderen an den Regelungen der Werkvertragsnormen. Mit der Verwendung der BIM-Arbeitsweise ergibt sich die Grundsatzfrage, ob LVs und standardisierte LV-Positionen überhaupt noch notwendig sind. Vor allem bei der in Kapitel 2.1.4 beschriebenen Abwicklung des AVVA-Prozesses durch Übermittlung des Bauwerksmodells zwischen den Ausschreibenden und den Bieter ist eine Lösung ohne LV denkbar. Diesbezüglich ergeben sich für den Autor dieser Arbeit jedoch folgende Bedenken:

- ◆ Es ist fraglich, ob sich in einem digitalen Modell alle Arbeiten, die im Zuge eines Projektes durchzuführen sind, abbilden lassen. Diese Problematik sieht der Autor z. B. in der Darstellung von Abbrucharbeiten, von Umlegungen von Bestandskanälen, etc.
- ◆ In der klassischen Ausschreibung mit LV liegt die Verantwortung auf Vollständigkeit in der Hand des Ausschreibenden. Sollte die Ausschreibung allein durch Übergabe eines Bauwerksmodells erfolgen, sieht der Autor die Gefahr, dass Ausschreibende diese Verantwortung durch die fehlende Leistungsbeschreibung an die Bieter abschieben könnten und dadurch in der Kalkulation erforderliche Leistungen unberücksichtigt bleiben könnten.

Welche Maßnahmen getroffen werden müssten, um Ausschreibungen ohne LV durchzuführen, ist mit Sicherheit eine Fragestellung, die in zukünftigen Forschungsarbeiten beantwortet werden muss, bevor dieses Vorhaben in die Praxis umgesetzt werden kann. Unabhängig davon, ob Bauprojekte künftig mit oder ohne LV abgewickelt werden, ist für den Autor eine Form von standardisierter Leistungsbeschreibung – speziell für öffentliche Auftraggeber – weiterhin unumgänglich, um alle benötigten Leistungen zu erfassen und eine Chancengleichheit für alle Bieter zu gewährleisten. Für Ausschreibungen ohne LV wären dafür Standardisierungen der unterschiedlichen Bauteile hinsichtlich der Art der Modellierung und der Fülle der darin enthaltenen Informationen denkbar.

Bezüglich der in dieser Arbeit untersuchten Vorgehensweise unter Verwendung eines LVs und der LB-HB benötigt es aus der Sicht des Autors für eine effiziente Nutzung bereits in der Modellierungssoftware wie Revit Standardisierungen, die den Bauteilen alle relevanten Merkmale und Beschreibungen, die für die zu verwendenden Positionen aus LB-HB erforderlich sind, beifügen. Dabei sind Bauteilpaletten denkbar, die auf dem ASI-Merkmalserver aufbauen. IFC muss dann gewährleisten, dass all diese Informationen nach dem Export weiterhin vorhanden sind. Wenn bereits in der Modellierungssoftware standardisierte Beschreibungen verwendet werden, sollte die

verlustfreie Übertragung der Informationen mittels IFC kein Problem darstellen. Für die anschließende Mengenermittlung wäre von hoher Bedeutung, dass die übergebenen Beschreibungen und Merkmale in der Abrechnungssoftware mit denselben Bezeichnungen wie in der Modellierungssoftware und in IFC wiedergegeben werden. Die Mengenermittlungen in Kapitel 5 zeigen, dass iTWO diese einheitlichen Bezeichnungen aktuell nicht umsetzt. Als nächste Schritte zur Erforschung der Anforderungen und Probleme der standardisierten und modellbasierten Mengenermittlung sind jedenfalls noch zusätzliche Versuchsläufe, wie sie in dieser Diplomarbeit durchgeführt werden, notwendig. Dabei sollten komplexere Bauwerksmodelle und von dieser Arbeit nicht abgedeckte Positionen der LB-HB zur Anwendung kommen.

Mit der Einführung von BIM ergibt sich die Überlegung, ob die Mengenermittlungen weiterhin nach den Regelungen der Werkvertragsnormen durchgeführt werden sollen. Die modellbasierte Berechnung ermöglicht eine detailgenaue Erfassung der Bauleistungen, weshalb möglicherweise zukünftig die tatsächliche Menge abgerechnet wird. Sollten die Regeln der Werkvertragsnormen doch bestehen bleiben, wäre für standardisierte Mengenabfragen eine Integration dieser Normen in die Abrechnungssoftware vorteilhaft. So kann die Komplexität der manuell eingegebenen Formeln sowie die Fehleranfälligkeit reduziert werden.

7 VERZEICHNISSE

7.1 Literaturverzeichnis

5D Institut GmbH: *Vortrag „5D Probefahrt“ und Ausblick auf weitere modellbasierte Prozesse*. 5D Institut GmbH; 27.11.2018.

Allplan Deutschland GmbH: <https://www.allplan.com/de/bim/bim-glossar/p-z/>, abgerufen am 31.07.2019.

Allplan Österreich GmbH: <https://www.allplan.com/at/unterstuetzende-loesungen/nevaris/>, abgerufen am 10.07.2019.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM A 2063: Austausch von Leistungsbeschreibungs-, Elementkatalogs-, Ausschreibungs-, Angebots-, Auftrags- und Abrechnungsdaten in elektronischer Form*. Austrian Standards Institute; 2015.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM A 6241-1: Digitale Bauwerksdokumentation, Teil 1: CAD-Datenstrukturen und Building Information Modeling (BIM) – Level 2*. Austrian Standards Institute; 2015.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM A 6241-2: Digitale Bauwerksdokumentation, Teil 2: Building Information Modeling (BIM) – Level 3-iBIM*. Austrian Standards Institute; 2015.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2110: Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen*. Austrian Standards Institute; 2013.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2206: Mauer- und Versetzarbeiten – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute; 2015.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2207: Fliesen-, Platten- und Mosaiklegearbeiten – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute; 2017.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2209: Bauwerksabdichtungsarbeiten – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute; 2014.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2210: Putzarbeiten – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute; 2013.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2211: Beton-, Stahlbeton- und Spannbetonarbeiten – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute; 2009.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2220: Dachabdichtungsarbeiten – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute; 2012.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2232: Estricharbeiten – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute; 2016.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2236: Bodenbeläge und Holzfußböden – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute; 2019.

Austrian Standards Institute: *ÖNORM B 2259: Herstellung von Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystemen – Werkvertragsnorm*. Austrian Standards Institute; 2012.

Autodesk, Inc.: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/DEU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-E029E3AD-1639-4446-A935-C9796BC34C95-htm.html>, abgerufen am 07.08.2019.

Autodesk, Inc.: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2019/DEU/Revit-DocumentPresent/files/GUID-EE6C0CF8-7671-4DCC-B0C7-EEA7513C90A9-htm.html>, abgerufen am 31.07.2019.

Autodesk, Inc.: <https://knowledge.autodesk.com/de/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2020/DEU/Revit-Collaborate/files/GUID-0FC44807-DF06-4516-905A-4100281AC486-htm.html>, abgerufen am 11.07.2019.

Autodesk, Inc.: <https://www.autodesk.de/products/revit/features>, abgerufen am 11.07.2019.

Autodesk, Inc.: *Revit IFC Handbuch*. <https://www.autodesk.de/campaigns/interoperability/ifc-handbuch>, abgerufen am 31.07.2019.

baudatenbank.at: <https://www.bdb.at/service/normen?key=%C3%96NORM+B>, abgerufen am 03.08.2019.

Baunetz Wissen: <https://www.baunetzwissen.de/bim/fachwissen/standardisierung/ifc-der-offene-standard-fuer-bim-modelle-5288161>, abgerufen am 25.03.2020.

Bausoft Informatik AG: <https://www.bausoft.ch/>, abgerufen am 03.08.2019.

Bexel Consulting: <https://bexelmanager.com/>, abgerufen am 03.08.2019.

Bexel Consulting: <https://bexelconsulting.com/products/>, abgerufen am 04.08.2019.

Bexel Consulting: <https://bexelmanager.com/software/>, abgerufen am 04.08.2019.

BIB GmbH: <https://www.bib-gmbh.de/software/>, abgerufen am 10.07.2019.

Borrmann Andre, König Markus, Koch Christian, Beetz Jakob: *Building Information Modeling: Technologische Grundlagen und industrielle Praxis*. Springer Fachmedien Wiesbaden; 2015.

buildingSMART Austria: <https://www.buildingsmart.co.at/wp-content/uploads/2018/03/PresseinfobSAT.pdf>, abgerufen am 31.07.2019.

buildingSMART Germany: <https://www.buildingsmart.de/kos/WNetz?art=Compilation.show&id=100>, abgerufen am 08.02.2020.

buildingSMART International: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/>, abgerufen am 04.11.2019.

buildingSMART International: <https://www.buildingsmart.org/compliance/software-certification/certified-software/>, abgerufen am 04.08.2019.

Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort: <https://www.bmdw.gv.at/KulturellesErbe/Bauservice/Seiten/Hochbau.aspx>, abgerufen am 29.08.2019.

Cadac Group: https://www.cadac.com/media/5358/autodesk-revit2018-brochure_evergreen_v3.pdf, abgerufen am 11.07.2019.

CADsys GmbH: <https://www.cadsys.de/files/download/Sonstiges/fy19-revit-awareness-dach-ebook-de.pdf>, abgerufen am 11.07.2019.

Eichler Christoph C.: *BIM-Leitfaden: Struktur und Funktion*. 2. Auflage. Mironde Verlag Niederrhoda; 2016.

Exigo A/S: <https://vicooffice.dk/de/>, abgerufen am 10.07.2019.

Gasteiger Adriane: *BIM in der Bauausführung: Automatisierte Baufortschrittsdokumentation mit BIM, deren Mehrwert und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Phase der Bauausführung*. 1. Auflage. Innsbruck University Press; 2015.

Goger Gerald: *Bauprozessplanung, Studienblätter zur Vorlesung*. TU Wien; 2018.

Goger Gerald, Piskernik Melanie, Urban Harald: *Studie: Potenziale der Digitalisierung im Bauwesen, Empfehlungen für zukünftige Forschung und Innovationen*. TU Wien, BMVIT, WKO; 2017.

Hacker David, Sedlmair Michael: *BIM-basierte Ausschreibung*. https://www.cms.bgu.tum.de/images/teaching/abim_seminar/Report_Hacker_Sedlmair_BIM-based_Tendering_mod.pdf, abgerufen am 08.10.2019.

IG Lebenszyklus Bau: *Der Weg zum lebenszyklusorientierten Hochbau – Die 3 Säulen erfolgreicher Bauprojekte in einer digitalen Wirtschaft, Leitfaden für Bauherren und Projektbeteiligte von Hochbauten*. IG Lebenszyklus Bau; 2016.

International Organisation for Standardization: *ISO 16739: Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries*. International Organisation for Standardization; 2013.

isl-kocher GmbH: <https://www.isl-kocher.com/>, abgerufen am 10.07.2019.

isl-kocher GmbH: <https://www.isl-kocher.com/hochbau/produkte-hochbau.html>, abgerufen am 10.07.2019.

IT-Concept Software GmbH: <https://www.it-concept.at/produkte/archline-xp/>, abgerufen am 03.08.2019.

Kolbitsch Andreas: *Hochbaukonstruktionen 1 Teil C*. TU Verlag Wien; 2017.

Nevaris Bausoftware GmbH: https://www.nevaris.com/wp-content/uploads/2018/11/nevaris_build_ava_produktdroschuere.pdf, abgerufen am 10.07.2019.

NOVA Building IT GmbH: <https://avanova.de/abrechnung>, abgerufen am 04.08.2019.

NOVA Building IT GmbH: <https://bim4ava.de/>, abgerufen am 04.08.2019.

Österreichisches Normungsinstitut: *ONR 12010: Standardisierte Leistungsbeschreibungen*. Österreichisches Normungsinstitut; 2008.

Plattform 4.0: *Schrift 04 – Chancen und Risiken der Digitalisierung in der Bauwirtschaft*. TU-MV Media Verlag GmbH Wien; 2017.

Plattform 4.0: *Schrift 10 – BIM in der Praxis Fokus Hochbau und Haustechnik (TGA)*. ÖBV-Verlag Wien; 2018.

RIB Software SE: <https://www.rib-software.com/loesungen/>, abgerufen am 29.03.2020.

RIB Software SE: <https://www.vergabe.rib.de/uebersicht-6/>, abgerufen am 30.07.2019.

RIB Software SE: *iTWO Benutzerhandbuch: Abrechnung und Prüfrechnung*. RIB Software SE; 2018

RIB Software SE: *iTWO Benutzerhandbuch: CPI-Modell und Mengenabfragen in RIB iTWO*. RIB Software SE; 2018.

RIB Software SE: *iTWO für AVA, Planung, Kostenmanagement, Modellbasierte Projektsteuerung*. https://www.rib-software.com/fileadmin/user_upload/service-support/downloads/itwo/RIB-iTWO-Planen-2017-WEB.pdf, abgerufen am 26.07.2019.

RIS (Rechtsinformationssystem des Bundes): *Gesamte Rechtsvorschrift für Bundesvergabegesetz 2018*. <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20010295>, abgerufen am 08.02.2020.

Stabiplan: <https://www.stabiplan.com/de-de/produkte/bim-software/stabicad-for-revit/>, abgerufen am 11.07.2019.

Strotmann Henriette: *AVA – modellbasiert mit iTWO: unter Verwendung eines Revitmodells*. Springer Fachmedien Wiesbaden; 2018.

TeamSystem SpA: <https://www.strvision.com/>, abgerufen am 03.08.2019.

TeamSystem SpA: <https://www.strvision.com/bim-accounting/>, abgerufen am 04.08.2019.

TeamSystem SpA: <https://www.strvision.com/str-vision-cpm/>, abgerufen am 04.08.2019.

TOL GmbH: https://www.tol.info/fileadmin/templates/tol_geo12/img/template_data/Marketing/Newsletter/TOL-DIN_16739-Datenformat_BIM.pdf, abgerufen am 02.08.2019.

Trimble Inc.: <https://www.tekla.com/tekla-bimsight/>, abgerufen am 09.07.2019.

Uhlendorf Tino: *Tagungsband zum 29. BBB-Assistententreffen – Fachkongress der wissenschaftlichen Mitarbeiter der Bereiche Bauwirtschaft | Baubetrieb | Bauverfahrenstechnik: Änderungsmanagement bei komplexen Bauprojekten – innovative Ansätze erforderlich*. <https://www.tu-braunschweig.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=90555&token=59c222d25c6f3e98580c6fd74681-4819d98c8aea>, abgerufen am 28.03.2020.

Wirtschaftskammer Österreich Geschäftsstelle Bau: *Broschüre Building Information Modeling*. <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/BIM-Broschuere.pdf>, abgerufen am 11.10.2019.

Wirtschaftskammer Österreich Geschäftsstelle Bau: <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/Standardisierte-Leistungsbeschreibungen.html>, abgerufen am 08.02.2020.

Wirtschaftskammer Österreich Geschäftsstelle Bau: *Leitfaden zur Kostenabschätzung von Planungs- und Projektmanagementleistungen Band 04 – Projektmanagement*. <https://www.wko.at/branchen/gewerbe-handwerk/bau/band-4-projektmanagement.pdf>, abgerufen am 24.03.2020.

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Informationsverlust durch Brüche im Informationsfluss	5
Abb. 2.2: BIM-Reifegrade	8
Abb. 2.3: Kombinationsmatrix der verschiedenen Arten von BIM	12
Abb. 2.4: Verlagerung von Planungs- und Entscheidungsprozessen durch BIM	13
Abb. 2.5: Nutzung eines zentralen Projektmodells der Teammitglieder	22

Abb. 2.6: Anwendungsbereiche von RIB-Software	24
Abb. 2.7: Grundaufbau einer QTO-Formel	25
Abb. 2.9: IFC-Baumstruktur	32
Abb. 3.1: Süd-Ost-Ansicht (links) und Nord-West-Ansicht (rechts) des Gebäudemodells	39
Abb. 3.2: Grundriss EG (Grün = Stahlbetonwände; Blau = Gipskartonständerwände; Orange = Wärmedämmung)	42
Abb. 3.3: Grundriss Obergeschoss (Grün = Stahlbetonwände; Rot = Ziegelmauerwerk; Orange = Wärmedämmung)	43
Abb. 4.1: Modelldarstellung in iTWO aller MVDs von IFC2x3.....	44
Abb. 5.1: Unterscheidung zwischen Brutto, Netto und Berechnung nach Werkvertragsnorm	51

7.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: BIM-Software für Planung und Bauausführung	17
Tab. 4.1: Vergleich der MVDs von IFC2x3	45
Tab. 4.2: Bewertung der Auswahlkriterien der verschiedenen MVDs.....	46
Tab. 5.1: Beispieltabelle für die Protokollierung der Mengenermittlungen.....	48
Tab. 5.2: Übersicht über die verwendeten Auswahlgruppen	50
Tab. 5.3: Angaben zur Bewehrungsmenge	53
Tab. 5.4: Nettomengenermittlung 070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm.....	53
Tab. 5.5: Nettomengenermittlung 070107S Schalung Fundamentplatte.....	53
Tab. 5.6: Nettomengenermittlung 070107V Bewehrung Stabst. Fundamentplatte	54
Tab. 5.7: Nettomengenermittlung 070107W Bewehrung Matten Fundamentplatte	54
Tab. 5.8: Nettomengenermittlung 070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m.....	55
Tab. 5.9: Nettomengenermittlung 070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m.....	55
Tab. 5.10: Nettomengenermittlung 070201S Betonwand Schalung b.3,2m	56
Tab. 5.11: Nettomengenermittlung 070201V Bewehrung Stabst. Betonwand b.3,2m.....	56
Tab. 5.12: Nettomengenermittlung 070201W Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m	57
Tab. 5.13: Nettomengenermittlung 070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m.....	57
Tab. 5.14: 070203S Betonwand Schalung ü.3,2m	58
Tab. 5.15: 070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m.....	58
Tab. 5.16: Nettomengenermittlung 070214D Beton Stützen ü.0,05m ² C25/30 b.3,2m.....	59
Tab. 5.17: Nettomengenermittlung 070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m	59
Tab. 5.18: Nettomengenermittlung 070214T Bewehrung Stabst. Beton Stützen b.3,2m.....	59
Tab. 5.19: Nettomengenermittlung 070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m.....	60
Tab. 5.20: Nettomengenermittlung 070218S Schalung Beton Balk/Rost b.3,2m.....	61
Tab. 5.21: Nettomengenermittlung 070218V Bewehrung Stabst. Beton Balk/Rost b.3,2m	61
Tab. 5.22: Nettomengenermittlung 070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m	62
Tab. 5.23: Nettomengenermittlung 070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m.....	62
Tab. 5.24: Nettomengenermittlung 070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m	63
Tab. 5.25: Nettomengenermittlung 070301V Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2m.....	63
Tab. 5.26: Nettomengenermittlung 070301W Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2m.....	64

Tab. 5.27: Nettomengenermittlung 080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m	65
Tab. 5.28: Nettomengenermittlung 080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m	65
Tab. 5.29: Nettomengenermittlung 080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m.....	66
Tab. 5.30: Nettomengenermittlung 100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton.....	67
Tab. 5.31: Nettomengenermittlung 100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente	69
Tab. 5.32: Nettomengenermittlung 100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton	70
Tab. 5.33: Nettomengenermittlung 100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton.....	71
Tab. 5.34: Nettomengenermittlung 100151A Az IP W f.Pfeiler.....	72
Tab. 5.35: Nettomengenermittlung 100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton.....	73
Tab. 5.36: Nettomengenermittlung 112104B Niveauausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm	74
Tab. 5.37: Nettomengenermittlung 112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30	76
Tab. 5.38: Nettomengenermittlung 112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225.....	77
Tab. 5.39: Nettomengenermittlung 112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225	78
Tab. 5.40: Nettomengenermittlung 121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm	79
Tab. 5.41: Nettomengenermittlung 211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m ²	80
Tab. 5.42: Nettomengenermittlung 217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm.....	81
Tab. 5.43: Nettomengenermittlung 241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m	82
Tab. 5.44: Nettomengenermittlung 241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30	83
Tab. 5.45: Nettomengenermittlung 242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20	83
Tab. 5.46: Nettomengenermittlung 381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl	85
Tab. 5.47: Nettomengenermittlung 440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm	86
Tab. 5.48: Mengenermittlung 070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm gem. ÖN B 2211.....	88
Tab. 5.49: Mengenermittlung 070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m gem. ÖN B 2211	89
Tab. 5.50: Mengenermittlung 070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m gem. ÖN B 2211.....	90
Tab. 5.51: Mengenermittlung 070201S Betonwand Schalung b.3,2m gem. ÖN B 2211.....	90
Tab. 5.52: Mengenermittlung 070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m gem. ÖN B 2211	91
Tab. 5.53: Mengenermittlung 070203S Betonwand Schalung ü.3,2m gem. ÖN B 2211.....	91
Tab. 5.54: Mengenermittlung 070214D Beton Stützen ü.0,05m ² C25/30 b.3,2m gem. ÖN B 2211	92
Tab. 5.55: Mengenermittlung 070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m gem. ÖN B 2211	92
Tab. 5.56: Mengenermittlung 070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m gem. ÖN B 2211.....	93
Tab. 5.57: Mengenermittlung 070218S Schalung Beton Balk/Rost b.3,2m gem. ÖN B 2211	93
Tab. 5.58: Mengenermittlung 070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m gem. ÖN B 2211	94
Tab. 5.59: Mengenermittlung 070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m gem. ÖN B 2211	95
Tab. 5.60: Mengenermittlung 070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m gem. ÖN B 2211	95
Tab. 5.61: Mengenermittlung 080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m gem. ÖN B 2206	97
Tab. 5.62: Mengenermittlung 080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m gem. ÖN B 2206	97
Tab. 5.63: Mengenermittlung 080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m gem. ÖN B 2206.....	98
Tab. 5.64: Mengenermittlung 100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton gem. ÖN B 2210.....	99
Tab. 5.65: Mengenermittlung 100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente gem. ÖN B 2210	101

Tab. 5.66: Mengenermittlung 100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton gem. ÖN B 2210	103
Tab. 5.67: Mengenermittlung 100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton gem. ÖN B 2210	104
Tab. 5.68: Mengenermittlung 100151A Az IP W f.Pfeiler gem. ÖN B 2210	105
Tab. 5.69: Mengenermittlung 100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton gem. ÖN B 2210	105
Tab. 5.70: Mengenermittlung 112104B Niveaueausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm gem. ÖN B 2232	107
Tab. 5.71: Mengenermittlung 112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30 gem. ÖN B 2232	109
Tab. 5.72: Mengenermittlung 112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225 gem. ÖN B 2232	110
Tab. 5.73: Mengenermittlung 112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225 gem. ÖN B 2232	111
Tab. 5.74: Mengenermittlung 121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm gem. ÖN B 2209	112
Tab. 5.75: Mengenermittlung 211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m ² gem. ÖN B 2220	114
Tab. 5.76: Mengenermittlung 217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm gem. ÖN B 2220	115
Tab. 5.77: Mengenermittlung 241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m gem. ÖN B 2207	116
Tab. 5.78: Mengenermittlung 241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30 gem. ÖN B 2207	117
Tab. 5.79: Mengenermittlung 242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20 gem. ÖN B 2207	117
Tab. 5.80: Mengenermittlung 381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl gem. ÖN B 2236	118
Tab. 5.81: Mengenermittlung 440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm gem. ÖN B 2259	120
Tab. 5.82: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Mengenermittlungen	122



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

8 Anhang

8.1 QTO-Formeln

Position	QTO-Formel der Nettomengenermittlung	QTO-Formel der Mengenermittlung gemäß Werkvertragsnorm
070107E Beton Fundamentplatte C25/30 b.30cm	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(0,30[m])")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(0,30[m]);Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bauteiltyp =='Foundation_Slab' und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(0,30[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070107S Schalung Fundamentplatte	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2")	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2")
070107V Bewehrung Stabst. Fundamentplatte	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m ² ") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Stabstahl Fundament (kg/m2)}")	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m ² ") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Stabstahl Fundament (kg/m2)}")
070107W Bewehrung Matten Fundamentplatte	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m ² ") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Matten Fundament (kg/m2)}")	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m ² ") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Matten Fundament (kg/m2)}")
070201H Beton Wand b.20cm C25/30 b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB <=(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB <=(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und TiefeOptOBB <=(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070201I Beton Wand ü.20-30cm C25/30 b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB >(0,20[m]) und TiefeOptOBB <=(0,30[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB >(0,20[m]) und TiefeOptOBB <=(0,30[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und TiefeOptOBB >(0,20[m]) und TiefeOptOBB <=(0,30[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070201S Betonwand Schalung b.3,2m	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt'") + QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening'")	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt'";Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")*2 + QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070201V Bewehrung Stabst. Betonwand b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])") * QTO(Typ:="Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])") * QTO(Typ:="Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")
070201W Bewehrung Matten Betonwand b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])") * QTO(Typ:="Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])") * QTO(Typ:="Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")

070203D Beton Wand b.20cm C25/30 ü.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB <=(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy >(3,20[m])")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB <=(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy >(3,20[m])";Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und TiefeOptOBB <=(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070203S Betonwand Schalung ü.3,2m	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="HöheOptOBBxy >(3,20[m])";Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt'") + QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening'")	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="HöheOptOBBxy >(3,20[m])";Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' ";Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")*2 + QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2]) ")
070203W Bewehrung Matten Betonwand ü.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="HöheOptOBBxy >(3,20[m])") * QTO(Typ:="Attribut{Daten}\Bewehrungsgrad Matten (kg/m3)")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="HöheOptOBBxy >(3,20[m])") * QTO(Typ:="Attribut{Daten}\Bewehrungsgrad Matten (kg/m3)")
070214D Beton Stützen ü.0,05m2 C25/30 b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bodenfläche >(0,05[m2]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bodenfläche >(0,05[m2]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und Bodenfläche >(0,05[m2]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070214N Schal. Beton Stützen rechteckig b.3,2m	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])") - QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")*2 + QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070214T Bewehrung Stabst. Beton Stützen b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])") * QTO(Typ:="Attribut{Daten}\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="HöheOptOBBxy <=(3,20[m])") * QTO(Typ:="Attribut{Daten}\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)")
070218D Beton Balk/Rost ü.20cm C25/30 b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB >(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und Attribut{Daten}\Unterstellhöhe (m)} <=3,20")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="TiefeOptOBB >(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und Attribut{Daten}\Unterstellhöhe (m)} <=3,20";Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und TiefeOptOBB >(0,20[m]) und Attribut{Daten\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und Attribut{Daten}\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070218S Schalung Beton Balk/Rost b.3,2m	QTO(Typ:="FlächeSeitenflächen";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten}\Unterstellhöhe (m)} <=3,20"; Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt'") + QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2"; Bauteil:="Attribut{Daten}\Unterstellhöhe (m)} <=3,20";Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt'")	QTO(Typ:="FlächeSeitenflächen";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten}\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") + QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten}\Unterstellhöhe (m)} <=3,20";Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' ") - QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten}\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")*2 + QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten}\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")

070218V Bewehrung Stabst. Beton Balk/Rost b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") * QTO(Typ:="Attribut{Daten\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)}")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") * QTO(Typ:="Attribut{Daten\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)}")
070301C Beton C25/30 D/Kragpl.b.25cm b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBB <=(0,25[m]) und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBB <=(0,25[m]) und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Bauteiltyp =='Slab' und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Beton} =='C25/30' und HöheOptOBB <=(0,25[m]) und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070301S Schalung D/Kragpl. Untersicht b.3,2m	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' oder Attribut{Pset_BeamCommon\LoadBearing} =='True' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\LoadBearing} =='True' oder Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True' ")	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Abzug:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' oder Attribut{Pset_BeamCommon\LoadBearing} =='True' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\LoadBearing} =='True' oder Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True' ";Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Slab' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
070301T Schalung D/Kragpl. Roste b.3,2m	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") + QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Slab' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' ")	QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") + QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Slab' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2]) ")
070301V Bewehrung Stabst.D/Kragpl.b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)}")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Stabstahl (kg/m3)}")
070301W Bewehrung Matten D/Kragpl.b.3,2m	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Matten (kg/m3)}")	QTO(Typ:="Volumen";ME:="m3";Bauteil:="Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20") * QTO(Typ:="Attribut{Daten(Type)\Bewehrungsgrad Matten (kg/m3)}")
080201B 20cm HLZ-Mwk.b.3,2m	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="TiefeOptOBB ==(0,20[m]) und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="TiefeOptOBB ==(0,20[m]) und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und TiefeOptOBB ==(0,20[m]) und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
080201C 25cm HLZ-Mwk.b.3,2m	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="TiefeOptOBB ==(0,25[m]) und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="TiefeOptOBB ==(0,25[m]) und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und TiefeOptOBB ==(0,25[m]) und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
080611D 12cm Zw-keram.Ziegel b.3,2m	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="TiefeOptOBB ==(0,12[m]) und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])")	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="TiefeOptOBB ==(0,12[m]) und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und TiefeOptOBB ==(0,12[m]) und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")

<p>100111A1 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Beton</p>	<p>QTO(Typ:="FlächeMin";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeSeitenflächen";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Höhe Oberkante (m)} <=3,20";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p>	<p>QTO(Typ:="FlächeMin";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Brutto")</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und UnterkanteMax <(0,50[m])")</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und UnterkanteMax >(0,50[m]) und FlächeMax >(4,00[m2])")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Netto")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])")*2</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeSeitenflächen";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Höhe Oberkante (m)} <=3,20";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Netto")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Höhe Oberkante (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])")*2</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Netto")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])")*2</p>
--	--	--

<p>100111A2 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Mauer- und Hohlziegel, Ziegelelemente</p>	<p>QTO(Typ:="FlächeMin";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]) und Attribut{ifcBuildingStoreyName} <>'OG 3- OK RFB' ";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p>	<p>QTO(Typ:="FlächeMin";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]) und Attribut{ifcBuildingStoreyName} <>'OG 3- OK RFB'";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Brutto")</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]) und Attribut{ifcBuildingStoreyName} <>'OG 3- OK RFB';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(4,00[m2])")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Netto")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Mauerwerk - Ziegel' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])")*2</p>
<p>100111A3 Kalkzementputz IP W b.3,2m: Untergrund Gipskarton</p>	<p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Layer 1\Material} =='Trockenbau - Gipsplatte' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p>	<p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Layer 1\Material} =='Trockenbau - Gipsplatte' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m])";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Netto")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Layer 1\Material} =='Trockenbau - Gipsplatte' und HöheOptOBBxy <=(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])")*2</p>

<p>100114A Kalkzement IP W ü.3,2m: Untergrund Beton</p>	<p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeSeitenflächen";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Höhe Oberkante (m)} >3,20";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p>	<p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Netto")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Ortbeton - bewehrt Verputzt' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])"*2</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeSeitenflächen";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Höhe Oberkante (m)} >3,20";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Netto")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Höhe Oberkante (m)} >3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])"*2</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Netto")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column' und HöheOptOBBxy >(3,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])"*2</p>
<p>100151A Az IP W f.Pfeiler</p>	<p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'")</p>	<p>QTO(Typ:="Mantelfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column";Abzug:="(Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True') oder Attribut{Pset_BeamCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_ColumnCommon\IsExternal} =='False' oder Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False'";Norm:="Netto")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Column';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])"*2</p>
<p>100211A Kalkzementputz IP D b.3,2m: Untergrund Beton</p>	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20";Abzug:="Bauteiltyp =='Beam' oder Bauteiltyp =='Column' oder Bauteiltyp =='Wall'")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20";Abzug:="Bauteiltyp =='Beam' oder Bauteiltyp =='Column' oder Bauteiltyp =='Wall'")</p>	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20";Abzug:="Bauteiltyp =='Beam' oder Bauteiltyp =='Column' oder Bauteiltyp =='Wall';Norm:="Netto")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20";Abzug:="Bauteiltyp =='Beam' oder Bauteiltyp =='Column' oder Bauteiltyp =='Wall';Norm:="Netto")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";Bauteil:="Bauteiltyp =='Beam' und Attribut{Daten\Unterstellhöhe (m)} <=3,20;Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax <=(0,50[m2])")</p>

<p>112104B Niveauausgleich Splitt z-gebund.ü.5-10cm</p>	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 4\Material} =='Fußboden - Schüttung' und Attribut{Layer 4\Width} >(0,05[m]) und Attribut{Layer 4\Width} <=(0,10[m])")</p> <p style="text-align: center;">*</p> <p>QTO(Typ:="Attribut{Layer 4\Width}";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 4\Material} =='Fußboden - Schüttung'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")*0,09</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")*0,09</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Schüttung' und Attribut{Layer 2\Width} >(0,05[m]) und Attribut{Layer 2\Width} <=(0,10[m])")</p> <p style="text-align: center;">*</p> <p>QTO(Typ:="Attribut{Layer 2\Width}";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Schüttung'")</p>	<p>(QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 4\Material} =='Fußboden - Schüttung' und Attribut{Layer 4\Width} >(0,05[m]) und Attribut{Layer 4\Width} <=(0,10[m])";Norm:="Brutto")</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 4\Material} =='Fußboden - Schüttung' und Attribut{Layer 4\Width} >(0,05[m]) und Attribut{Layer 4\Width} <=(0,10[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p> <p style="text-align: center;">*</p> <p>QTO(Typ:="Attribut{Layer 4\Width}";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 4\Material} =='Fußboden - Schüttung'")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")*0,09</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")*0,09</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>(QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Schüttung' und Attribut{Layer 2\Width} >(0,05[m]) und Attribut{Layer 2\Width} <=(0,10[m])";Norm:="Brutto")</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Schüttung' und Attribut{Layer 2\Width} >(0,05[m]) und Attribut{Layer 2\Width} <=(0,10[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p> <p style="text-align: center;">*</p> <p>QTO(Typ:="Attribut{Layer 2\Width}";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Schüttung'")</p>
<p>112216D Hartschaumpl.EPS-T 34/30</p>	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 3\Material} =='Fußboden - Trittschall' und Attribut{Daten(Type)\Produktart Trittschalldämmung} =='EPS-T' und Attribut{Layer 3\Width} >=(0,030[m]) und Attribut{Layer 3\Width} <=(0,034[m])")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p>	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 3\Material} =='Fußboden - Trittschall' und Attribut{Daten(Type)\Produktart Trittschalldämmung} =='EPS-T' und Attribut{Layer 3\Width} >=(0,030[m]) und Attribut{Layer 3\Width} <=(0,034[m])";Norm:="Brutto")</p> <p style="text-align: center;">-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 3\Material} =='Fußboden - Trittschall' und Attribut{Daten(Type)\Produktart Trittschalldämmung} =='EPS-T' und Attribut{Layer 3\Width} >=(0,030[m]) und Attribut{Layer 3\Width} <=(0,034[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p> <p style="text-align: center;">+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p>

112403D Schwimm.Zem.E-U-Estrich 70mm E225	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Estrich' und Attribut{Layer 2\Width} ==(0,07[m]) und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich} =='E225'")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])") +</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p>	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Estrich' und Attribut{Layer 2\Width} ==(0,07[m]) und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich} =='E225'")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 2\Material} =='Fußboden - Estrich' und Attribut{Layer 2\Width} ==(0,07[m]) und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich} =='E225';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Pset_WallCommon\LoadBearing} =='True';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p> <p>+</p> <p>QTO(Typ:="Deckenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{Pset_WallCommon\IsExternal} =='False';Bauteiltyp =='Opening' und HöheOptOBBxy >=(2,00[m])")</p>
112405E Verbund Zem.E-U-Estrich 70mm E225	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 3\Material} =='Fußboden - Estrich' und Attribut{Layer 3\Width} >=(0,05[m]) und Attribut{Layer 3\Width} <=(0,09[m]) und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich} =='E225'")</p>	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 3\Material} =='Fußboden - Estrich' und Attribut{Layer 3\Width} >=(0,05[m]) und Attribut{Layer 3\Width} <=(0,09[m]) und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich} =='E225'")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 3\Material} =='Fußboden - Estrich' und Attribut{Layer 3\Width} >=(0,05[m]) und Attribut{Layer 3\Width} <=(0,09[m]) und Attribut{Daten(Type)\Festigkeitsklasse Estrich} =='E225';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p>
121503X Schutz lotr.Abd.Perimeterd.XPS-G30/S 120mm	<p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Dämmung - hart' und Attribut{Daten\Produktart Perimeterdämmung} =='XPS-G30/S' und TiefeOptOBB =='(0,12[m])")</p>	<p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Dämmung - hart' und Attribut{Daten\Produktart Perimeterdämmung} =='XPS-G30/S' und TiefeOptOBB =='(0,12[m])";Norm:="Brutto")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{MaterialName} =='Dämmung - hart' und Attribut{Daten\Produktart Perimeterdämmung} =='XPS-G30/S' und TiefeOptOBB =='(0,12[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(4,00[m2])")</p>
211203B Warmdach K3 ug bituminös m.Kies m ²	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Nutzungskategorie Dach} =='K3' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Schüttung'")</p>	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Nutzungskategorie Dach} =='K3' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Schüttung';Norm:="Brutto")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Daten(Type)\Nutzungskategorie Dach} =='K3' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Schüttung';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p>
217106X EPS-W20 Gefälledämmung 2% 25cm	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Layer 2\Material} =='Dämmung - hart' und Attribut{Daten(Type)\Produktart Gefälledämmung} =='EPS-W20' und Attribut{Daten(Type)\Gefälle Gefälledämmung} =='2%' und Attribut{Layer 2\Width} >=(0,20[m]) und Attribut{Layer 2\Width} <=(0,30[m])")</p>	<p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Layer 2\Material} =='Dämmung - hart' und Attribut{Daten(Type)\Produktart Gefälledämmung} =='EPS-W20' und Attribut{Daten(Type)\Gefälle Gefälledämmung} =='2%' und Attribut{Layer 2\Width} >=(0,20[m]) und Attribut{Layer 2\Width} <=(0,30[m]);Norm:="Brutto")</p> <p>-</p> <p>QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Layer 2\Material} =='Dämmung - hart' und Attribut{Daten(Type)\Produktart Gefälledämmung} =='EPS-W20' und Attribut{Daten(Type)\Gefälle Gefälledämmung} =='2%' und Attribut{Layer 2\Width} >=(0,20[m]) und Attribut{Layer 2\Width} <=(0,30[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")</p>

241101B Wandbelag Gr.BIII KZM weiß 20x20 b.2,1m	QTO(Typ:="Mantelfläche";ABauteil:="Bauteiltyp =='Wall' oder Bauteiltyp =='Column'";HRef:="UntererHöhenbezug> UntereAbgrenzungOptOBBxy+(0,20[m]);ObererHöhenbezug<UntereAbgrenzungOptOBBxy+(1,20[m])")	QTO(Typ:="Mantelfläche";ABauteil:="Bauteiltyp =='Wall' oder Bauteiltyp =='Column'";HRef:="UntererHöhenbezug> UntereAbgrenzungOptOBBxy+(0,20[m]);ObererHöhenbezug<UntereAbgrenzungOptOBBxy+(1,20[m]);Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="FlächeMax";EBAuteil:="FlächeMax >(0,50[m2])";HRef:="UntererHöhenbezug> UntereAbgrenzungOptOBBxy+(0,20[m]);ObererHöhenbezug<UntereAbgrenzungOptOBBxy+(1,20[m])")
241201E Bodenbelag FK Gr.BI ZE unbeh.30x30	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Fliese Travertin 300 x 300' und Attribut{Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen} =='FK Gr.BI ZE unbeh.'")	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Fliese Travertin 300 x 300' und Attribut{Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen} =='FK Gr.BI ZE unbeh.'";Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Fliese Travertin 300 x 300' und Attribut{Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen} =='FK Gr.BI ZE unbeh.';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
242201B Bodenbelag Gr. Ia ZE 20x20	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Granit grau 200 x 200' und Attribut{Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen} =='Gr.Ia ZE'")	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Granit grau 200 x 200' und Attribut{Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen} =='Gr.Ia ZE';Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='True' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Granit grau 200 x 200' und Attribut{Daten(Type)\Materialgruppe Fliesen} =='Gr.Ia ZE';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax == (0,50[m2])")
381101A MS-Parkett verkl.Schiffsb.Optik 2,5-3 Eiche/Kreis wl	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Parkett Eiche' und Attribut{Daten(Type)\Nutzschicht Parkettboden} =='2,5-3mm'")	QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Parkett Eiche' und Attribut{Daten(Type)\Nutzschicht Parkettboden} =='2,5-3mm';Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="Bodenfläche";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{Pset_SlabCommon\IsExternal} =='False' und Attribut{Layer 1\Material} =='Fußboden - Parkett Eiche' und Attribut{Daten(Type)\Nutzschicht Parkettboden} =='2,5-3mm';Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(0,50[m2])")
440301J WDVS MW-PT5 0,034W/(mK) UP5mm DD20cm	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Dämmung - weich' und Attribut{Daten\Produktart WDVS} =='MW-PT5' und Attribut{Daten\Wärmeleitfähigkeit WDVS} =='0,034W/(mK)' und Attribut{Daten\Unterputz-Mindestdicke WDVS} =='5mm' und TiefeOptOBB == (0,20[m])")	QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Attribut{MaterialName} =='Dämmung - weich' und Attribut{Daten\Produktart WDVS} =='MW-PT5' und Attribut{Daten\Wärmeleitfähigkeit WDVS} =='0,034W/(mK)' und Attribut{Daten\Unterputz-Mindestdicke WDVS} =='5mm' und TiefeOptOBB == (0,20[m]);Norm:="Brutto") - QTO(Typ:="FlächeMax";ME:="m2";Bauteil:="Bauteiltyp =='Wall' und Attribut{MaterialName} =='Dämmung - weich' und Attribut{Daten\Produktart WDVS} =='MW-PT5' und Attribut{Daten\Wärmeleitfähigkeit WDVS} =='0,034W/(mK)' und Attribut{Daten\Unterputz-Mindestdicke WDVS} =='5mm' und TiefeOptOBB == (0,20[m]);Bauteiltyp =='Opening' und FlächeMax >(4,00[m2])")