

Methodischer Ansatz zur Mengenermittlung im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise im BIM-Standard

G. Bernat | A. Brodbeck | S. Maier

DOI: <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201805141034-0>

M. Sc., Georg Bernat
Institut für Baubetriebslehre
Universität Stuttgart
georg.bernat@ibl.uni-stuttgart.de

M. Sc., Alexander Brodbeck
Institut für Baubetriebslehre
Wayss & Freytag Ingenieurbau AG,
Bereich Süd,
alexander.brodbeck@wf-ib.de

M. Sc., Stefan Maier
Ed. Züblin AG
Direktion Stuttgart
stefan.maier@zueblin.de

Inhalt

1	Einleitung	36
2	BIM-Potenzial im Infrastrukturbau	36
3	Mengenermittlung im Bauwesen	37
3.1	Strategien der modellbasierten Mengenermittlung	37
3.2	Ausgangslage und Anforderungsanalyse für die modellbasierte Mengenermittlung	38
4	Methodischer Ansatz zur modellbasierten Mengenermittlung	39
4.1	3D-Modellierung	39
4.2	Codierung und Attributierung	40
4.3	Dateiformate & Schnittstellen	43
5	Evaluation an einem Beispiel	43
6	Fazit	44

1 Einleitung

Die Grundlagen für die Anwendung von Building Information Modeling (BIM) sind ein einheitliches Verständnis im Hinblick auf standardisierte, transparente sowie über den gesamten Gebäudezyklus integrierte Prozesse und Vorgänge. Durch Normenausschüsse, Gremien und Fachgruppen der einzelnen Disziplinen müssen Standards und Richtlinien erarbeitet werden, die die Rahmen und Eckpfeiler für die Anwendung von BIM vorgeben. Dabei ist die Integration von Arbeitsweisen aus anderen Fachgebieten denkbar und in einzelnen Fällen sogar empfehlenswert. So ist ein im Hochbau bereits etablierter Anwendungsfall die modellbasierte Mengenermittlung. Diese spielt im Lebenszyklus eines jeden Bauwerks eine essenzielle Rolle und führt durch eine Automatisierung zu einem erheblichen Mehrwert für alle Beteiligten. Um eine modellbasierte Mengenermittlung auch für den Spezialtiefbau und den Tunnelbau in offener Bauweise zu realisieren, werden Erfahrungen aus dem Hochbau unter Berücksichtigung der speziellen Anforderungen aus dem Spezialtiefbau und dem Tunnelbau angewandt.

2 BIM-Potenzial im Infrastrukturbau

Öffentliche Verkehrsinfrastrukturprojekte umfassen die interdisziplinären Teilbereiche des Straßen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs. Da bei allen Teilbereichen besondere technische Anforderungen und Bedingungen bezüglich des Bauwerks und des Baugrunds herrschen, ist der Spezialtiefbau ein fester Bestandteil bei nahezu jedem Infrastrukturprojekt.

Der Infrastrukturbau aus Sicht des Tunnel- und Spezialtiefbaus birgt ein großes Potenzial für den Einsatz von BIM. Vorab sei gesagt, dass in der Regel die Anforderungen an das digitale Bauwerksmodell deutlich komplexer sind als im Hochbau. Zu den aus dem Hochbau bekannten Parametern kommt im Tunnelbau neben einer zeitlichen auch noch eine zusätzliche örtliche Komponente (Linienbauwerke) hinzu. Die örtlichen Eigenschaften sollen durch Verknüpfungen von Geoinformationssystemen (GIS) mit BIM-Anwendungen integriert werden. Darüber hinaus müssen die digitalen Modelle die umfangreichen Monitoring-Daten (Setzungsanalysen, Baugrund-Bauwerk-Interaktionen, hydrogeologische und hydraulische Einwirkungen) und teilweise Maschinendaten kontinuierlich integrieren. Hierunter fallen auch Daten des Umweltschutzes und der Geologie, aber auch die benachbarte ober- und unterirdische Bebauung und deren Gründungen, über den gesamten Projektverlauf.¹ BIM als neue Arbeitsmethode umfasst alle bisherigen Teildisziplinen einer Projektentwicklung, was sich in zahlreichen, zuvor genannten Anwendungsfällen widerspiegelt. Die Anwendungsfälle werden in Pilotphasen separat getestet, evaluiert, adaptiert und in den allgemeinen Arbeitsablauf integriert. Die einzelnen Teilprozesse werden in Zukunft miteinander verknüpft, wodurch Fehler vermieden und die Wirtschaftlichkeit erhöht werden soll. Um eine Verknüpfung von Prozessen zu erreichen, bedarf es der Kompatibilität von Strukturen und Daten. International wird durch Standardisierungsorganisationen wie ISO, CEN oder buildingSMART versucht, eine Kompatibilität über offene Standards herzustellen. Für den Spezialtiefbau selbst gibt es bisher noch kein Gremium zur Standardisierung eines IFC-Dateiformats. Für den Bereich

¹ Vgl. König u. a. (2017), S. 227 - 231

des Tunnelbaus soll eine Vereinheitlichung als IFC-Tunnel erfolgen. Aktuell wird die Entwicklung und Forschung hauptsächlich durch Forschungsprogramme deutscher Universitäten vorangetrieben.² Dass eine Anwendung gewinnbringend ist, zeigt der Ausbau der Doha Metro in Katar. Hier hat sich der Bauherr bewusst für eine Abwicklung mit BIM entschieden.

Bezüglich der modellbasierten Mengenermittlung kommt Schumann zu folgendem Ergebnis: „Regelmäßige Ermittlung der modellbasierten Mengen hat zur besseren Kostenkontrolle beigetragen, indem die Kostenauswirkungen aufgrund von Entwurfsänderungen unmittelbar während der Entwurfsentwicklung nachverfolgt werden konnten“.³

3 Mengenermittlung im Bauwesen

Die Mengenermittlung ist ein Kernprozess eines jeden Bauprojekts von der Entwurfs- bis hin zur Nutzungsphase. Speziell bei Bauwerken mit vielen unterschiedlichen Geometrien, Baustoffen, Öffnungen etc. ist die Mengenermittlung zeitaufwändig und mit reichlich Fehlerpotenzial behaftet. Ein bereits im Hochbau angewandtes BIM-Werkzeug (Anwendungsfall) ist die Mengenermittlung auf Basis eines 3D-Modells (= modellbasierte Mengenermittlung). Um auch im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise eine modellbasierte Mengenermittlung zu ermöglichen, müssen gewisse, vom Hochbau abweichende Herausforderungen im Modell und den einzelnen Arbeitsschritten gelöst werden. Diese sind nachfolgend dargestellt.

3.1 Strategien der modellbasierten Mengenermittlung

Bei der modellbasierten Mengenermittlung wird in verschiedene Strategien und Verfahren unterschieden. Die Hauptunterschiede liegen dabei in der Genauigkeit bzw. dem geforderten Detaillierungsgrad. Zu jeder Projektphase sind teilweise gleiche Fachmodelle mit verschiedenen Detaillierungsstufen vorhanden. Bei einer relativ frühen „Mengenvorschau“ wird nicht derselbe Detaillierungsgrad des Modells gefordert, wie bei der Mengenermittlung zum Zeitpunkt der Ausführung oder Abrechnung.⁴ Für die Mengenermittlung filtern sich zwei Strategien heraus. Eine Möglichkeit in frühen Projektphasen einen groben Überblick über die Mengen zu erhalten, ist die Mengenermittlung über Kennwerte. Dabei werden räumliche Abschnitte, Bereiche oder Zonen, den jeweiligen Eigenschaften und Funktionen entsprechend, klassifiziert oder typisiert. Mit entsprechenden Kennwerten lassen sich innerhalb kurzer Zeit Rückschlüsse auf Mengen und somit auch auf Kosten ziehen.⁵ Die deutlich genauere aber auch aufwändigere Möglichkeit der Mengenermittlung ist die Ermittlung der einzelnen Leistungen. Dafür wird das zu erstellende Bauwerk sehr detailliert modelliert. Die Mengen jeder Leistung können einzeln zugeordnet werden. Ein weiterer Vorteil dieser Methode ist die Möglichkeit der Plausibilitätskontrolle und Visualisierung. In der Realität kann und muss nicht jedes Detail modelliert werden, da der Aufwand zu hoch und der Mehrwert zu gering ist.

² Vgl. o. V. (2016), BMVI, S. 44 ff.

³ Schumann (2016), S. 15

⁴ Vgl. Hanff / Wörter (2015), S. 334 f.

⁵ Vgl. Hanff / Wörter (2015), S. 334 f.

Dennoch sollten alle Bestandteile, wenn auch semantisch, im Bauwerksmodell enthalten sein.⁶

3.2 Ausgangslage und Anforderungsanalyse für die modellbasierte Mengenermittlung

Die modellbasierte Mengenermittlung soll den Prozess der Mengenermittlung beschleunigen und die Genauigkeit, Transparenz und Wirtschaftlichkeit erhöhen. Um eine automatisierte Abfrage tätigen zu können, müssen zum einen die erforderlichen Dateninhalte und Datenstrukturen ausgearbeitet sein, was eine Anpassung bzw. Erweiterung der reinen Modellierungssysteme bedeutet. Das beinhaltet unter anderem auch eine korrekte, geschlossene Darstellung aller möglichen 3D-Körper, aus denen die geometrischen Eigenschaften, wie bspw. Volumen, Flächen und Längen, hervorgehen. Zu den geometrischen Eigenschaften werden darüber hinaus weitere semantische Eigenschaften bzw. alphanummerische Informationen über Attribute hinzugefügt. Die Attributierung kann sowohl automatisch bei der Modellierung, als auch manuell durch gezieltes „Nach-attributieren“ erfolgen. Zum anderen müssen die Regeln für die Abrechnung von Bauleistungen (z. B. in Deutschland die VOB/C) beachtet werden, was weitere geometrische Beschreibungen und Informationen im Modell, aber auch in der Kalkulationssoftware mit sich bringt.

Im Tunnelbau in offener Bauweise lassen sich Parallelen zum Hochbau ziehen, wie bspw. die anfallenden und abrechenbaren Mengen des Schalens, Bewehrens und Betonierens. Der Spezialtiefbau hingegen korrespondiert eher mit dem bergmännischen Tunnelbau. Demzufolge unterscheiden sich auch die modellbasierten Mengenermittlungen beim Spezialtiefbau und beim Tunnelbau in offener Bauweise und den damit zusammenhängenden Voraussetzungen, insbesondere im Hinblick auf das Modell, die Attributierung und die QTO-Abfrage (Quantity TakeOff) deutlich voneinander. Die Unterschiede werden nachfolgend genauer erörtert.

Spezialtiefbau

Nicht jede Disziplin des Spezialtiefbaus lässt sich im Modell darstellen, wie bspw. die Injektionen oder das Mixed-in-Place Verfahren. Ist eine Darstellung möglich, muss zwingend zwischen LV-Mengen und VE-Mengen unterschieden werden. Je nach Anwendung unterscheiden sich die Einbaumengen deutlich von den im Modell enthaltenen Mengen. Im Fall von überschnittenen Bauteilen (Bohrpfahlwand, Schlitzwand) müssen diese in der Kalkulation und bei der Ausführung beachtet werden. Dies erfordert Anpassungen seitens der Mengenabfrage, da die abrechenbare Ansichtsfläche nicht in Verbindung mit den tatsächlich anfallenden Kosten steht.

Während im Hochbau mittlerweile mit vorattributierten Bauteilen gearbeitet werden kann, muss aktuell im Spezialtiefbau jedes Bauteil manuell attribuiert werden. Solange es noch keine spezifischen Bauteilfamilien für den Spezialtiefbau gibt, werden vorhandene Bauteilfamilien aus dem Hochbau genutzt und mit den spezialtiefbautypischen Eigenschaften versehen. Beispielsweise können Schlitzwände durch Hochbauwände (Walls) und Bohrpfähle

⁶ Vgl. Hanff / Wörter (2015), S. 336 f.

durch Stützen/Säulen (Column) aus dem Hochbau dargestellt werden. Für die einzelnen Bauteile können Bauteilfamilien (vgl. Revit) oder Smartparts (vgl. Allplan) erstellt werden. Bei wenigen sowie identisch bleibenden Bauteilen bedeutet das keinen erheblichen Mehraufwand. Mit steigender Komplexität des Bauvorhabens steigt auch der Aufwand der Modellierung.

Tunnelbau in offener Bauweise

Ein Tunnel in offener Bauweise besteht grundsätzlich aus Sohle, Wand und Decke. Die blockweise Herstellung gleicht den Strukturen des Hochbaus. Die Ähnlichkeit zum Hochbau macht die Nutzung vorhandener Bauteilfamilien, wie bspw. von Decken und Wänden einfach. Jedoch ist hierbei festzustellen, dass das Bauwerk im Gegensatz zum Hochbau sich nicht an einer NN-Höhe orientiert, sondern entlang einer Achse bzw. Trasse verläuft. Dadurch werden die genaue Lage, die Orientierung und die Verknüpfung der einzelnen Bauteile deutlich komplexer.

4 Methodischer Ansatz zur modellbasierten Mengenermittlung

Um eine fehlerfreie und transparente modellbasierte Mengenermittlung im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise zu entwickeln, sind gewisse Voraussetzungen im Bereich der Modellerstellung, Attributierung und den Abfrageparameter notwendig. Diese werden nachfolgend erläutert.

4.1 3D-Modellierung

Einhaltung der Modellierungsrichtlinien

Um das 3D-Modell BIM-konform zu erstellen, ist die Einhaltung der Modellierungsrichtlinien essenziell.⁷ Diese werden vor Projektstart festgelegt und stellen quasi den „Roten Faden“ dar. Diese beinhalten u. a. welche Komponenten mit welchen Eigenschaften im 3D-Modell enthalten sein müssen. Dazu zählt eine konsequente Aufgliederung des Gesamtmodells in fachspezifische Teilmodelle, aber auch ein einheitlicher Detaillierungsgrad für konsistente und vergleichbare Planungsstände und Kollisionskontrollen. Weitere wichtige Punkte, die in den Modellierungsrichtlinien geregelt werden, sind verwendete Koordinatensysteme und ein gemeinsamer Koordinatenursprung, einheitliche Maßeinheiten, Modellstrukturen und verwendete Farbschemata. Des Weiteren müssen einheitliche Namenskonventionen und ein einheitliches Verständnis für den Level of Development (LOD) vorhanden sein.⁸ Der LOD beschreibt den Fertigstellungsgrad und Detaillierungsgrad eines Modells.⁹ Dieser steht zusammengefasst für den Level of Geometry (LOG) und den Level of Information (LOI). Dabei beschränkt sich der LOG auf den Detaillierungsgrad der geometrischen Darstellung und der LOI beschreibt den qualitativen und quantitativen Informationsgehalt der Bauteile sowie des Gesamtmodells.¹⁰

⁷ Vgl. o. V. (2013), Forschungsprogramm des BMVBS, S. 32

⁸ Vgl. Hausknecht / Liebich (2016), S. 117 ff.

⁹ Vgl. Beetz u. a. (2015),

¹⁰ Vgl. Pilling (2016), S. 230

Einheitliche LODs und einheitliche Eigenschaften

Für genaue Definitionen der LODs sei auf die NATSPEC verwiesen. Für den Spezialtiefbau sind bisher noch keine einheitlichen LODs vorhanden, was eine projektspezifische Auslegung und Vereinbarung erfordert. Für die weitere BIM-Nutzung hinsichtlich 4D (Terminplanung und Ablaufplanung) und 5D (Mengen- und Kostenbewertung) sind weitere Eigenschaften im Modell notwendig. Einbauteile bzw. Lücken, die erst bei höherem Detaillierungsgrad in das Modell integriert werden, müssen bereits vorab als Platzhalter und als ein „aktives“ Bauteil dargestellt werden.

Komplexe Bauteile durch zusammenfügen einfacher Bauteile erstellen

Komplexe Bauteile bringen für die weitere Modellnutzung in vielerlei Hinsicht Herausforderungen mit sich. In der Terminplanung bei der Verknüpfung des 3D-Modells mit den jeweiligen Terminen müssen komplexe Bauteile in ihre Herstellungsschritte unterteilt und dürfen nicht als ein „Gesamtbauteil“ modelliert werden. Auch für die Mengenermittlung ist die Einfachheit der Bauteile wichtig. Bauteile mit zu komplexen Geometrien und Formen können teilweise nicht durch das AVA-Programm berechnet werden. Die einzelnen Bauteile können mithilfe der Attribute als ein Gesamtbauteil kenntlich gemacht werden.

Fehlerfreie Codierung und Attributierung

Solange es noch keine speziellen Bauteilfamilien für den Spezialtiefbau und Tunnelbau gibt, muss sich mit bestehenden Hochbau-Bauteilen und einer angepassten Attributierung geholfen werden. Prinzipiell sollten in jedem Bauteil vordefinierte Attribute und Eigenschaften hinterlegt sein. Im Hochbau ist dies über Bauteilfamilien und den dazugehörigen IFC-Standards der Fall. Im Spezialtiefbau kann bei der Modellierung auf keine vordefinierten Bauteilfamilien zurückgegriffen werden. Dies hat eine „manuelle“ Attributierung zur Folge. Die Attributierung muss fehlerfrei sein, da sonst eine korrekte Mengenermittlung nicht möglich ist.

Bauteilfamilien

Anknüpfend an den vorigen Punkt, sollte bei der Modellierung, sofern möglich, auf vorhandene Bauteilfamilien zurückgegriffen werden, da diese bereits ausreichend verifiziert wurden.

4.2 Codierung und Attributierung

Die bereits angesprochene Codierung und Attributierung der Bauteile ist die Grundlage für die Verknüpfung des 3D-Modells mit den jeweiligen Anwendungsfällen wie beispielsweise der Terminplanung oder der modellbasierten Mengenermittlung. Dem Bauteil werden mit Hilfe der Attribute semantische Eigenschaften und Informationen zugewiesen. Um die einzelnen Bauteile für die Terminplanung und modellbasierte Mengenermittlung zu strukturieren, ist eine eindeutige Codierung bzw. Attributierung notwendig. Der auf einer stringbasierten Struktur aufbauende Code besteht aus der Aneinanderreihung definierter Attribute. Die Code-Struktur hat den Vorteil, dass bei weiterführender Softwarenutzung der Code maschinell gefiltert und ausgewertet werden kann. Der Codeaufbau und die Codelänge sind

prinzipiell frei wählbar und je nach Anwendungsfall projektspezifisch individuell zu erstellen.¹¹ Die Codierung kann sowohl aus Attributen bestehen, die die Lage des Bauteils im Projekt eindeutig beschreiben, als auch Attribute enthalten, die durch ihre semantischen Informationen zur Differenzierung der Bauteile im Projekt beitragen. Werden im Anschluss dem Bauteil weitere, für den jeweiligen Anwendungsfall maßgebliche Attribute zugewiesen, die nicht zwingend im Code enthalten sein müssen, spricht man von einer weiterführenden Attributierung.

Attributvergabe

Um einen einheitlich verständlichen Code zu erstellen, muss die Attributierung sinnvoll und verallgemeinerbar sein. Dementsprechend ist hier die ausgearbeitete Codierung so allgemein wie möglich gehalten.

Häufig werden bei Straßen- und Schienenbauprojekten die Trassen und Achsen zur Orientierung herangezogen. Die darin enthaltenen Stationierungen dienen als eine lokale Beschreibung. Ab einer gewissen Größe des Bauprojekts wird dieses häufig in Baulose oder Vergabeeinheiten unterteilt. Zur weiteren Differenzierung bestimmter Abschnitte oder Bauteile werden beispielsweise Namen für Bauwerke und Nummern für Vortriebe und Tunnelblöcke vergeben. Diese Zuordnung wird bereits in einer sehr frühen Projektphase vorgenommen, um ein einheitliches Projektverständnis aufzubauen. Diese Bezeichnungen befinden sich ebenfalls in der Leistungsbeschreibung und dem Leistungsverzeichnis. Es bietet sich deshalb an, den Code hierarchisch aufzubauen. Wie sich herausgestellt hat, erweist sich eine Codierung, bestehend aus Objektbeschreibung, Vergabeeinheit, Block bzw. Stationierung, Bauteilnummer und Bauabschnitt, als zielführend. Diese fünf Attribute erläutern allerdings nur die Lokal-Beziehung. Für weitere Differenzierungen sind zusätzliche semantische Attribute mit den entsprechenden Eigenschaften notwendig. Darunter fallen beispielsweise Attribute wie Modellelement, Material, Materialeigenschaften, maßgebliche Bauteilabmessungen und weitere. Die Hierarchie kann projektspezifisch variieren und kann beliebig aufgebaut werden.

Nach der Festlegung einer einheitlichen Codierung und Attributierung ist eine korrekte Integration (Attributvergabe) in das 3D-Modell entscheidend. Dafür gibt es - CAD-Programm abhängig - mehrere Möglichkeiten. Eine Lösung ist die Attributvergabe bei der Erstellung einer Systemfamilie. Für jedes neue Bauteil wird eine eigene Systemfamilie erzeugt und mit den zugehörigen Eigenschaften und Attributen versehen. Bei einer Korrektur reicht die einmalige Korrektur des Attributs in der Systemfamilie, infolgedessen alle Bauteile dieser Systemfamilie automatisch angepasst werden (siehe Abb. 1).

¹¹ Vgl. Christalon / Neubauer (2015), S. 500 ff.

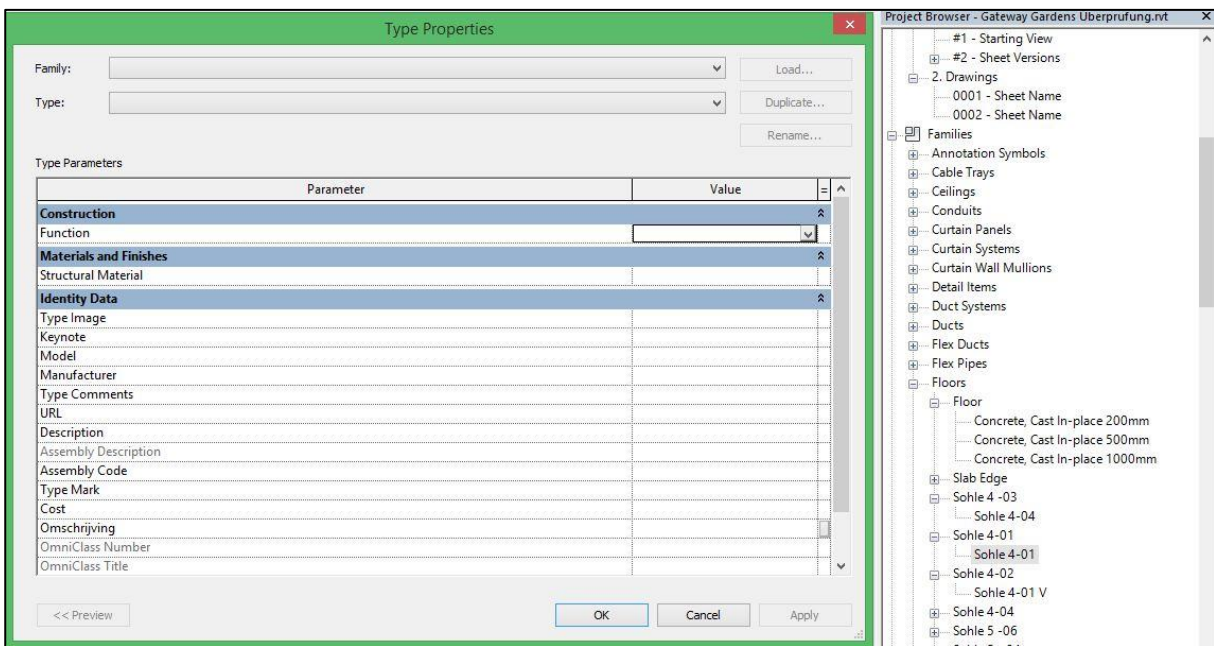


Abbildung 1: Attributierung über Systemfamilien aus Revit¹²

Eine andere, aber deutlich aufwendigere Möglichkeit ist die nachträgliche manuelle Attributierung durch Auswählen jedes einzelnen Bauteils. Jedes Bauteil muss separat ausgewählt und mit Attributen versehen werden. Vorlagen (Templates) können hilfreich sein, müssen jedoch ebenso einzeln angepasst werden. Das Fehlerpotenzial dieser Methode ist somit deutlich höher (siehe Abb. 2).

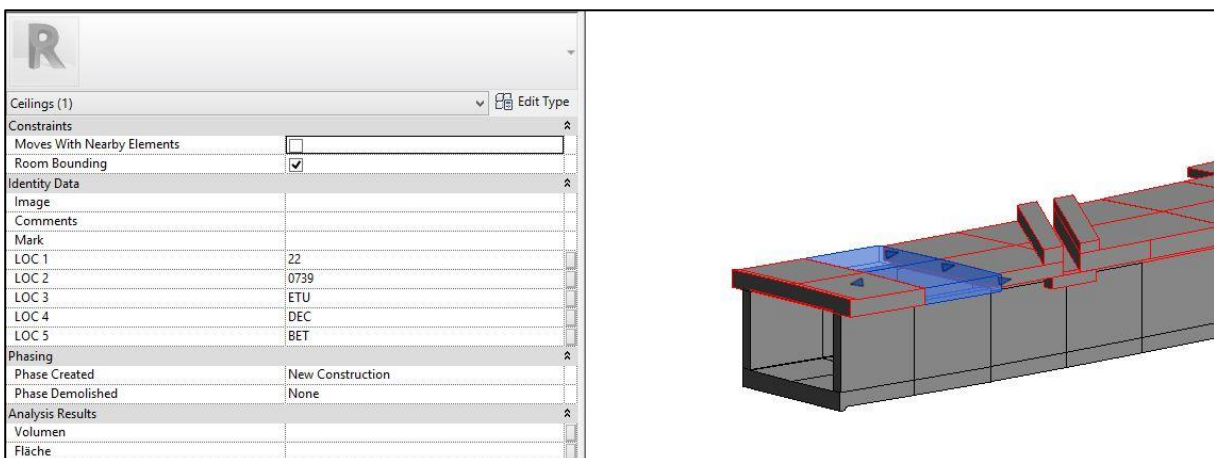


Abbildung 2: Manuelle Attributierung aus Revit¹³

Eine dem vorigen Punkt ähnliche Möglichkeit ist die Attributierung jedes einzelnen Bauteils mit Hilfe von Listen. Das Fehlerpotenzial sinkt und eine schnelle Änderung bzw. Anpassung mehrerer Bauteile ist möglich (siehe Abb. 3). Die Listen sind in Excel exportierbar und somit mit allen Excel-Anwendungen bearbeitbar und können anschließend wieder reimportiert werden.

¹² Darstellung aus Revit 2017 (Autodesk)

¹³ Darstellung aus Revit 2017 (Autodesk)

-<Ceiling Schedule>							
A	B	C	D	E	F	G	H
Area	Family and Type	LOC 1	LOC 2	LOC 3	LOC 4	LOC 5	Volume
133.14 m ²	Dach 7-39; Dach 7-3	22	0739	ETU	DEC	BET	154.10 m ³
126.90 m ²	Dach 7-40; Dach 7-4	22	0740	ETU	DEC	BET	184.98 m ³
149.26 m ²	Dach 7-37; Dach 7-3	22	0737	ETU	DEC	BET	204.94 m ³
176.29 m ²	Dach 7-36; Dach 7-3	22	0736	ETU	DEC	BET	233.65 m ³
129.62 m ²	Dach 7-35; Dach 7-3	22	0735	ETU	DEC	BET	169.81 m ³
133.85 m ²	Dach 7-34/33; Dach	22	0734	ETU	DEC	BET	167.68 m ³
127.92 m ²	Dach 32/31; Dach 32/	22	0732	ETU	DEC	BET	157.68 m ³
137.31 m ²	Dach 7-31-32; Dach 7	22	0731	ETU	DEC	BET	169.24 m ³
94.09 m ²	Dach 7-30; Dach 7-3	22	0730	ETU	DEC	BET	117.37 m ³
168.68 m ²	Dach 7-29; Dach 7-2	22	0729	ETU	DEC	BET	207.89 m ³
265.26 m ²	Dach 7-28/27; Dach	22	072827	ETU	DEC	BET	326.96 m ³
138.89 m ²	Dach 7-26; Dach 7-2	22	0726	ETU	DEC	BET	158.15 m ³
147.56 m ²	Dach 7-25; Dach 7-2	22	0725	ETU	DEC	BET	181.88 m ³
241.50 m ²	Dach 7-24; Dach 7-2	22	0724	ETU	DEC	BET	270.91 m ³
136.25 m ²	Dach 7-22; Dach 7-2	22	0722	ETU	DEC	BET	188.98 m ³
103.58 m ²	Dach 7-21; Dach 7-2	22	0721	ETU	DEC	BET	143.67 m ³
98.10 m ²	Dach 7-20; Dach 7-2	22	0720	ETU	DEC	BET	143.67 m ³
98.10 m ²	Dach 7-19; Dach 7-19	22	0719	ETU	DEC	BET	143.67 m ³

Abbildung 3: Listen Attributierung aus Revit¹⁴

4.3 Dateiformate & Schnittstellen

Entscheidend ist, dass das 3D-Modell mit all seinen geometrischen und semantischen Informationen verlustfrei exportiert und in Folgeprogrammen fehlerfrei importiert und genutzt werden kann. Dafür ist ein einheitliches Dateiformat notwendig. Im Hinblick auf OpenBIM bietet sich ein Export als IFC-Datei an. Darüber hinaus wurde beispielsweise seitens RIB eine eigene Schnittstelle (CPIXML-Dateiformat inklusive Plug-In) für gängige CAD-Programme und für die hausinternen AVA-Software iTWO 5D entwickelt. In der folgenden Ausarbeitung wird aufgezeigt, welche Vor- und Nachteile bzw. Unterschiede die einzelnen Formate mit sich bringen.

5 Evaluation an einem Beispiel

Ziel der Evaluation an einem Beispielprojekt war es, die Möglichkeit einer modellbasierten Mengenermittlung mit seinen Vor- und Nachteilen, seinen Chancen und Risiken darzustellen und zu bewerten.

Nach einem iterativen Prozess, bestehend aus der Anpassung der Modelle, der Attributierung und entsprechenden „Einstellungen“ in RIB iTWO 5D, war eine modellbasierte Mengenermittlung möglich. Aufgrund verschiedener Herangehensweisen und Möglichkeiten ist ein Vergleich verschiedenster Methoden und Ausgangssituationen notwendig. Die Unterschiede ergeben sich u. a. aus dem gewählten CAD-Programm, dem Exportformat und der Definition der Mengenabfrage.

¹⁴ Darstellung aus Revit 2017 (Autodesk), eigene Bauteilliste

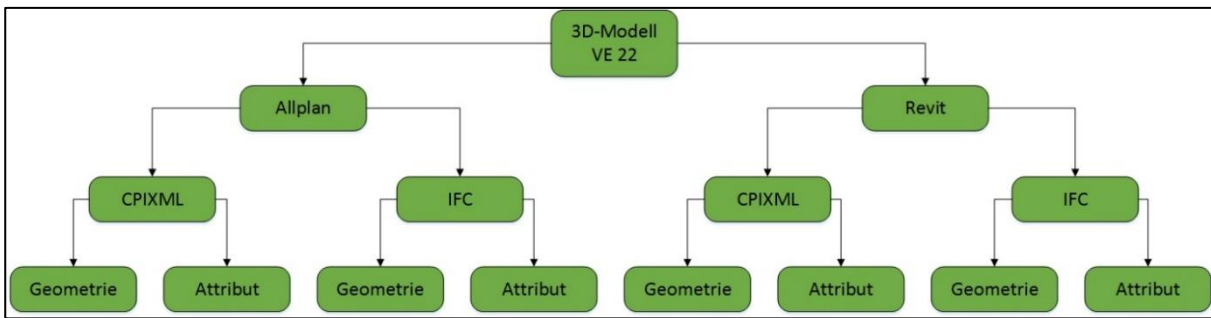


Abbildung 4: Übersicht der Modellvarianten¹⁵

Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, wurden für die Modellierung zwei verschiedene Programme genutzt. Alleine dadurch ergeben sich in der darauffolgenden Weiternutzung im Sinne einer Mengenermittlung deutliche Abweichungen. Aufgrund weiterer, bereits genannter Wahlmöglichkeiten resultieren acht verschiedene Ergebnisse, welche zu teilweise unterschiedlichen Resultaten beim Anwendungsfall der modellbasierten Mengenermittlung führen können. Dabei wird zwischen Bauteilen, die *korrekt erkannt*, *zum Teil korrekt erkannt* und *nicht erkannt* werden unterschieden. Verdeutlicht wird dies durch das Analyseergebnis in Tabelle 1.

Tabelle 1: Analyseergebnis aus iTWO 5D¹⁶

Bewertungskriterien	Allplan CPIXML (Geometrie)	Allplan CPIXML (Attribut)	Allplan IFC (Geometrie)	Allplan IFC (Attribut)	Revit CPIXML (Geometrie)	Revit CPIXML (Attribut)	Revit IFC (Geometrie)	Revit IFC (Attribut)
Importqualität	o	o	o	o	o	o	+	+
Vollständigkeit der Mengen	-	+	-	-	-	-	+	+
Genauigkeit der Mengen	+	+	o	-	+	+	o	+

gut	+
ausreichend	o
schlecht	-

6 Fazit

Die mit BIM im Zusammenhang stehende modellbasierte Mengenermittlung ist auch im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise technisch möglich. Sofern Grundvoraussetzungen, wie 3D-Modell, Codierung und Attributierung, Dateiformate und Einstellungen in den Softwareprogrammen stimmen, kann die modellbasierte Mengenermittlung für den Bereich des Spezialtiefbaus und Tunnelbaus in offener Bauweise genutzt werden.

¹⁵ Eigene Darstellung

¹⁶ Eigene Darstellung

Die modellbasierte Mengenermittlung ist im hohen Maße abhängig von der Modellierung und Attributierung. Bei der 3D-Modellierung sind die Modellierungsgrundsätze einzuhalten. Unabhängig der Modellierungssoftware sind die Bauteile möglichst einfach darzustellen. Die Komplexität einzelner Bauteile kann durch Zusammenfügen einfacher Geometrien und Formen bzw. systematische Attributierung erreicht werden. Sofern keine Attributierung über Bauteilfamilien hinterlegt ist, muss eine Attributierung für das jeweilige Projekt angelegt werden. Als sinnvoll hat sich eine allgemeine und projektunabhängige Attributstruktur erwiesen, welche auf jegliche Projekte übertragen werden kann. Sowohl die Wahl der Modellierungssoftware, als auch die Schnittstelle zwischen Modellierungssoftware und der AVA-Software sind für die Qualität der Mengenermittlung entscheidend. Während in Revit der Fokus auf der Modellierung mit Bauteilfamilien liegt, ist das freie Modellieren in Allplan einfacher. Bei beiden CAD-Programmen ist eine Attributierung mit Hilfe von Excel bzw. Listenansichten möglich und verringert die Fehleranfälligkeit. Der Export für die weitere Bearbeitung in iTWO 5D ist sowohl im IFC-Format als auch im CPIXML-Format möglich. Über die Importqualität der Modelle in iTWO 5D lässt sich nicht zwangsläufig die Qualität der Mengenermittlung ableiten. Die modellbasierte Mengenermittlung in iTWO 5D ist abhängig von der korrekten Verknüpfung zwischen dem Bauteil, der LV-Position und der QTO-Formel. Das in der Praxisevaluation untersuchte Beispielprojekt zeigt deutlich, dass es eine Frage des Detaillierungsgrads der Modellierung ist, welche Bauteile im Modell dargestellt werden. Nicht jedes Detail muss im 3D-Modell enthalten sein. Zielführend ist die modellbasierte Mengenermittlung der „Hauptmengen“. Gerade bei komplexen und großen Projekten und in Anbetracht häufiger Planänderungen kann die modellbasierte Mengenermittlung der Hauptmengen entscheidende Vorteile mit sich bringen. Auch mit Bezug auf aktuelle Ausschreibungsanforderungen und darin enthaltene BIM-Anwendungsfälle ist lediglich die Erfassung der Hauptmengen realistisch. Die händische Mengenermittlung von Details und nicht im Modell darstellbaren Bauteilen wird auch in naher Zukunft nicht entfallen.

Literaturverzeichnis

Beetz et al. (2015)

Beetz, Jakob; et al.: Prozessgestützte Definition von Modellinhalten. In: Borrmann, André et al. (Hrsg.): Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015

BMVBS (2013)

BMVBS: BIM-Leitfaden für Deutschland – Informationen und Ratgeber, Forschungsprogramm der ZukunftBA

Brodbeck (2017)

Brodbeck, Alexander: Methodischer Ansatz zur Mengenermittlung im Spezialtiefbau und Tunnelbau in offener Bauweise im BIM-Standard an einem Bauprojekt, Stuttgart: Universität Stuttgart – Institut für Baubetriebslehre

Christalon/Neubauer (2015)

Christalon, Harald; Neubauer, Clemens: BIM powered by PORR AG. In: Borrmann, André et al. (Hrsg.): Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015

Dobrindt (2017)

Dobrindt, Alexander: Umsetzung des Stufenplans Digitales Planen und Bauen, 1. Fortschrittsbericht; Herausgeber (BMVI), Januar 2017

Hanff/Wörter (2015)

Hanff, Jochen; Wörter, Joachim: BIM für die Mengenermittlung. In: Borrmann, André et al. (Hrsg.): Building Information Modeling – Technologische Grundlagen und industrielle Praxis, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015

Hausknecht/Liebich (2016)

Hausknecht, Kerstin; Liebich, Thomas: BIM-Kompendium – Building Information Modeling als neue Planungsmethode, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2016

König et al. (2016)

König, Michael (et al.): Wissenschaftliche Begleitung der BMVI-Pilotprojekte zur Anwendung von Building Information Modeling im Infrastrukturbau, Forschungsbericht des BMVI, Online Publikation (2016)

Pilling (2016)

Pilling, André: BIM – Das digitale Miteinander – Planen, Bauen und Betreiben in neuer Dimension, Berlin: Beuth Verlag GmbH, 2016

Schumann (2016)

Schumann, René (2016): Eisenbahnlinien mithilfe digitaler Modellierung bauen und betreiben. In: Georesources 02/2016, S.13-19