

# Teilautomatisierte Mengenermittlung mit iTWO 5D

BIM-Anwendungsfall der teilautomatisierten Mengenermittlung der Baustandards Personenbahnhöfe mit Berücksichtigung nicht standardisierter BIM-Bauteile



Abb. 1: AR-Rendering Planung Bahnsteig

Quelle aller Abb.: eigene Darstellung

**Laura Böger | Marie Reinkober | Christian Stillger**

**Der Fachbeitrag untersucht die praktische Umsetzung der (teil-)automatisierten Mengenermittlung mittels der BIM-Methodik, unter den Rahmenbedingungen der kaufmännischen Anforderungen der Deutschen Bahn AG (DB) an die Struktur des Kostenplans. Die Vorgaben zur Anwendung der BIM-Methodik der DB InfraGO AG (DB InfraGO), Geschäftsbereich (GB) Personenbahnhöfe fordern eine modellbasierte Mengenermittlung als verpflichtenden Anwendungsfall (AWF) festzulegen. Insbesondere komplexe oder nicht standardisierte Gewerke sowie Rückbaumfänge lassen sich nicht ohne Konventionen oder zusätzliche Modellierungsmaßnahmen mittels iTWO 5D auswerten. Es ist eine Berücksichtigung der kaufmännischen Vorgaben an die Struktur der Kostenpläne bzw. Leistungsverzeichnisse (LV) nötig, um eine effiziente (teil-)automatisierte Mengenermittlung durchführen zu können.**

Aus der Sicht der Planenden bietet die hohe Standardisierung der Bauteile im Bereich der Verkehrsanlagenplanung, welche auf der Verwendung der etablierten Baustandards

basiert, den wesentlichen Effizienzfaktor. Herausforderungen ergeben sich aus kleinteiligen Kosten- und LV-Strukturen, komplexen Geometrien, fehlenden oder inkonsistenten Attributen sowie softwarebedingten Einschränkungen. Es verdeutlicht sich, dass eine abgestimmte Attribuierung sowie klare Modellierungsregeln essenziell für die Umsetzung dieses AWF sind.

Die bisherigen Projekterfahrungen zeigen, dass eine signifikante Effizienzsteigerung gegenüber der konventionellen Mengenermittlung möglich ist, sobald ein initialer Mehraufwand für die Formelerstellung, die Modellanpassung und die Erarbeitung stabiler Workflows geleistet wurde. Eine Weiterentwicklung der Standardisierung von Bauteilen, Kostenplänen sowie LV bietet zudem weiteres Potenzial, um die automatisierte Mengenermittlung weiter zu optimieren.

## Anwendungsfall in den Vorgaben zur Anwendung der BIM-Methodik

In den Vorgaben zur Anwendung der BIM-Methodik der DB InfraGO, GB Personenbahnhöfe, ist die modellbasierte Mengenermittlung als ein verpflichtender Anwendungsfall in Projekten festgelegt. Dabei stellt die Mengenermittlung die Grundlage zur Kostenermittlung je Leistungsphase

sowie zur LV-Erstellung dar [1, S. 79]. Die Vorgaben empfehlen, das Modell entsprechend der erforderlichen Kostenstruktur zu attribuieren, um eine strukturierte Mengenermittlung zu ermöglichen. Weiterhin ist der Auftragnehmer (AN) in der Pflicht, die Mengenermittlung im Planungsprozess durchzuführen und die Richtigkeit der Mengenermittlung sicherzustellen. Dies kann durch die Verwendung der Bauteile aus der digitalen Bauteilbibliothek und der Standardleistungstexte erleichtert werden.

## Abgrenzung zu den Vorgaben

Grundsätzlich wurde der Anwendungsfall in Hinblick auf die Mengenermittlung in der Ausschreibungsphase sowie die Erstellung von LV angewendet. Es wurden in der (teil-)automatisierten Mengenermittlung in iTWO 5D folgende Fachmodelle verwendet:

- Fachmodell Verkehrsanlage (Bahnsteige),
- Fachmodell Konstruktiver Ingenieurbau (teilweise),
- Fachmodell Bahnsteigausstattung,
- Fachmodell Entwässerung und
- Fachmodell Kabeltiefbau.

Nicht in die (teil-)automatisierte Mengenermittlung mittels iTWO 5D wurden die Fachmodelle der Gewerke Leit- und Sicherungstech-

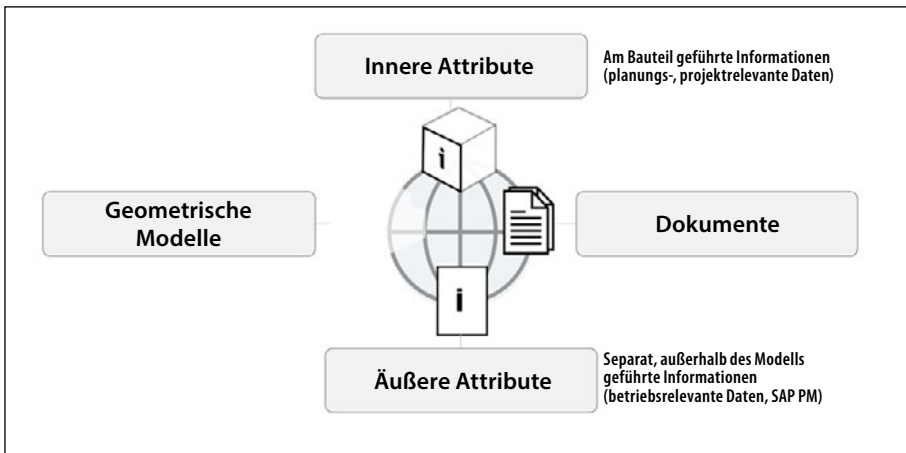


Abb. 2: Innere und äußere Attribute als Teil des Projektinformationsmodells

nik, Oberleitung, ITK und 50 Hz aufgenommen. Der Rückbau aus dem Grundlagenmodell wurde ebenfalls nicht automatisiert über iTWO 5D ermittelt.

**Motivation aus Planer-Sicht**

**Nutzen, was da ist!**

Die DB InfraGO hat seit 2014 Baustandards für alle signifikanten Anlagen im Bereich von Verkehrsstationen und ihren Zuwegungen der DB Personenbahnhöfe erstellt. Hierzu zählen neben den Bauhilfsleistungen die Standards zur Bautechnik, Elektrotechnik und Informationstechnischen- und Telekommunikationsanlagen und die zugehörige bahnspezifische Bauteilbibliothek. Bei Verkehrsstationsprojekten der Personenbahnhöfe werden bis zu 80 % mithilfe von Baustandards geplant. In Hochbauprojekten, wie bei Erneuerung klassischer Empfangsgebäude (EG), können die auf dem Markt

verfügbaren Bauteilbibliotheken verwendet werden. Zusätzliche Standards werden bei neuen kleineren EG entwickelt (z. B. „kleiner grüner Bhf“).

Die Bauteilbibliothek der DB vereinfacht die Erstellung von BIM-Modellen wesentlich. Als Beispiel ist in Abb. 1 erkennbar, dass bis auf die Treppeneinhausung und den Snackautomaten alle sichtbaren Elemente des Bahnsteigs mit standardisierten Bauteilen geplant sind. Dies bedeutet, dass in jedem Projekt ein Großteil der verwendeten Bauteile in gleicher Form und Kubatur vorhanden sind und gleichbleibende innere und äußere Attribute beinhalten. Abb. 2 verdeutlicht die Begriffe „innere und äußere Attribute“. Die wiederkehrenden Bauteile können dadurch schnell gezählt oder als Volumen aufgenommen werden. Für Bauteile, welche nicht zu den Baustandards der Personenbahnhöfe gehören, erstellen sich Planende bzw. Planungsbüros eigene oder angepasste Bau-

teilibibliotheken. Auch nicht-standardisierte Bauteile kommen in den Projekten mit großer Wahrscheinlichkeit immer wieder vor. Beispiele dafür sind Kabel- und Entwässerungsschächte bzw. Schachtbestandteile in unterschiedlichen Dimensionen (Abb. 3) oder Beschilderungen. Auch diese Bauteile folgen den Anforderungen der Vorgaben zur Anwendung der BIM-Methodik im Sinne des Level of Geometry (LoG) und Level of Information (LoI).

Gerade für die in den Verkehrsstationsprojekten verwendeten und weitestgehend standardisierten Bauteile ist es sinnvoll und zeitsparend, die Mengen automatisiert zu ermitteln. Zudem werden die Mengen genauer bestimmt, und die Rechenwege sind leichter nachvollziehbar, was sich auch im Projektverlauf positiv auswirkt.

Obwohl Projekte und Planungsinhalte teilweise sehr unterschiedlich sind, kann dennoch mit „stabilen“ Rahmenbedingungen ein Konzept entwickelt werden, das übergreifend gilt, selbst wenn dies nur einen Teilbereich der Modellierung betrifft. Vorteilhaft dafür sind klare und immer wiederkehrende Strukturen und Vorgaben für Kostenpläne und LV, sodass nicht nur die Mengen- und Massenermittlung, sondern auch gleich ein Teil der Kostenberechnung oder LV automatisiert werden kann. Grundsätzlich müssen Planende den Ergebnissen vertrauen können und gleichzeitig die Möglichkeit haben, diese dezidiert und einfach überprüfen zu können. In den Fällen, wo dies nicht sichergestellt werden kann, ist weiterhin eine konventionelle Mengenermittlung denkbar. Ein Beispiel dafür ist der Rückbau: Das vorliegende Grundlagenmodell beinhaltet teilweise nicht die benötigten Bauteile, und bei vorhandenen Bauteilen wäre eine Unter-

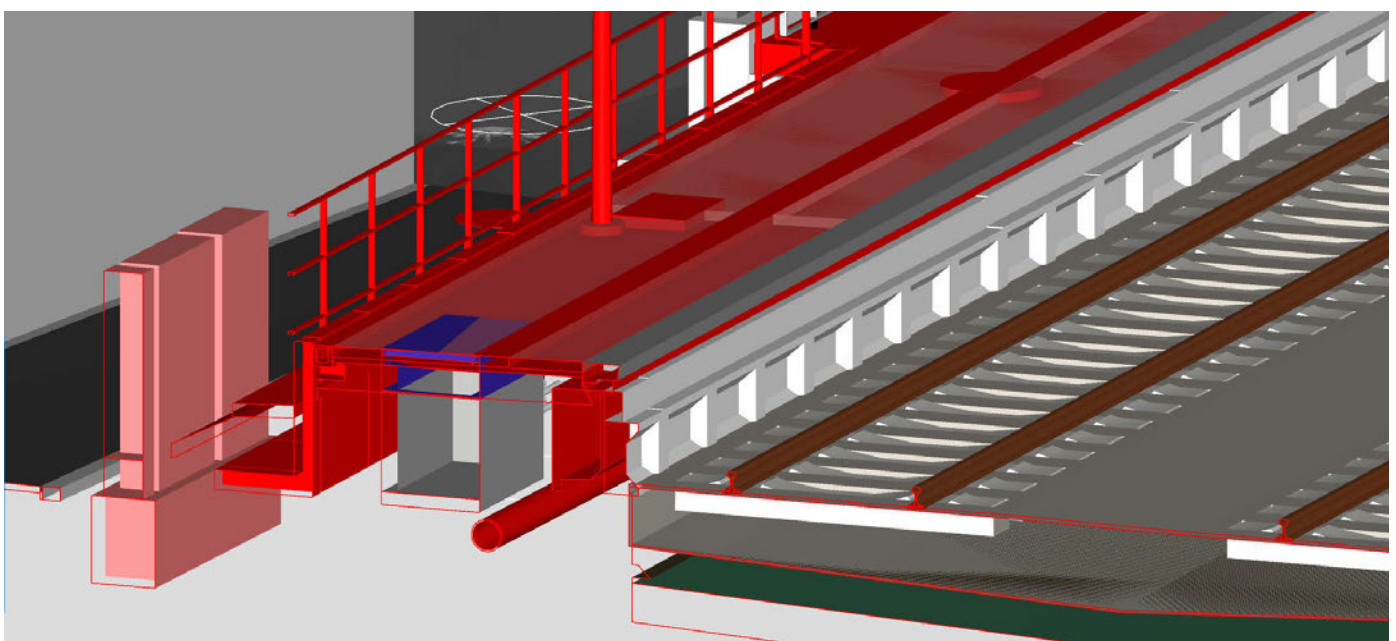


Abb. 3: Modell von nicht-standardisierten Bauteilen, hier: Schachtaufhängung

teilung nötig gewesen, deren Aufwand nicht im Vergleich zum späteren Nutzen steht. Eine weitere Voraussetzung für eine Automatisierung ist eine stabil laufende Software, in der auch kurzfristig Änderungen der Planung umgesetzt werden können.

**Nach klaren Regeln spielen vereinfacht den Workflow**

Vor allem die Verwendung der zur Verfügung gestellten BIM-Bauteile durch die DB InfraGO, GB Personenbahnhöfe, ist ein wichtiger Aspekt für die (teil-)automatisierte Mengenermittlung mit iTWO 5D. Für eine möglichst stabile Durchführung der (teil-)automatisierten Mengenermittlung muss mit den Attributen gemäß BIM-Vorgaben gearbeitet und auf eine korrekte Schreibweise geachtet werden. Beispiel: Die Belegung des Attributs „Zustand“ muss „Rueckbau“ lauten anstelle von „Rückbau“. Ebenfalls ist es sinnvoll, sich auf das Austauschformat cpixml zu einigen, da erfahrungsgemäß die Modelle schneller in iTWO 5D geladen bzw. aktualisiert werden können. Weiterhin verringert dies die Wahrscheinlichkeit von Fehlern in der Geometrie, die durch die Konvertierung in das IFC-Format entstehen können. Die DB ist verpflichtet, Kosten auf Sachanlagen der Anlagenbuchhaltung zu bilanzieren. Im Projekt werden die Sachanlagen durch sogenannte PSP-Elemente repräsentiert. Die LV-Positionen werden diesen PSP-Elementen zugeordnet, damit die bauausführende Firma kontiert Rechnungen stellt und die Kosten den Sachanlagen zugeordnet werden. Die PSP-Elemente der Kostenplanung geben die Struktur des LV oftmals vor. Grundsätzlich erschwert eine zu kleinteilige Aufteilung der LV-Struktur/Kostenplanelemente auf die PSP-Struktur die automatisierte Zuordnung der Bauteile. Es

12.	Neubau Zuwegung Bahnsteig Gleis 1 Nord.....
12.01.	Erdarbeiten.....
12.02.	Straßen, Wege, Plätze.....
12.03.	Betonarbeiten.....
12.04.	Absturzsicherung und Absperrung (Metallbauarbeiten).....
13.	Neubau Zuwegung Bahnsteig Gleis 2 Süd.....
13.01.	Erdarbeiten.....
13.02.	Straßen, Wege, Plätze.....
13.03.	Betonarbeiten.....
13.04.	Absturzsicherung und Absperrung (Metallbauarbeiten).....
14.	Neubau Zuwegung Bahnsteig Gleis 2 Nord.....
14.01.	Erdarbeiten.....
14.02.	Straßen, Wege, Plätze.....
14.03.	Betonarbeiten.....
14.04.	Absturzsicherung und Absperrung (Metallbauarbeiten).....

Abb. 4: Auszug aus LV – Unterschiedliche Zuwegungen an einem Bahnsteig

müssen neue Attribute geschaffen sowie Ausschlüsse in den Formeln vorgesehen werden. Die in den LV-Positionen/Kostenplanelementen verlangten Mengen müssen in dieser Form im Modell abgreifbar sein. Dies bedeutet, dass beispielsweise Rampen, die in unterschiedliche LV-/Kostenplan-Positionen aufgeteilt werden, ebenfalls einzeln im Modell modelliert und attribuiert sein müssen, da Rampen > 10,00 m eigene Sachanlagen abbilden (Abb. 4). Bei dieser Art der Unterteilung ist darauf zu achten, dass Bauteile nicht mehrfach berücksichtigt werden. Durch die ähnliche Struktur ist es nötig, sorgfältig zu prüfen, welche Bauteile für welche Positionen zu nutzen sind. Die Struktur des LV/Kostenplans ist nicht von Planenden beeinflussbar. Aus diesem Grund

ist es zwingend erforderlich, sich vor dem Start der Mengenermittlung über die Struktur des LV/Kostenplans abzustimmen, ausreichend in die Kommunikation mit den Beteiligten zu gehen und die Modelle entsprechend abgestimmt vorzubereiten.

**Umsetzung Mengenermittlung in iTWO 5D**

Um eine (teil-)automatisierte Mengenermittlung durchführen zu können, müssen die genutzten BIM-Modelle gewisse Grundvoraussetzungen erfüllen. Für jede Menge, die später ermittelt werden soll, müssen ein oder mehrere Bauteile im Modell vorhanden sein. Eine Mengenermittlung mit der Software iTWO 5D ist nur auf Basis vorhandener Bauteile

Autoren-Belegexemplar, Frau Reinkober, DB InfraGO. Weitergabe an Dritte urheberrechtlich untersagt.

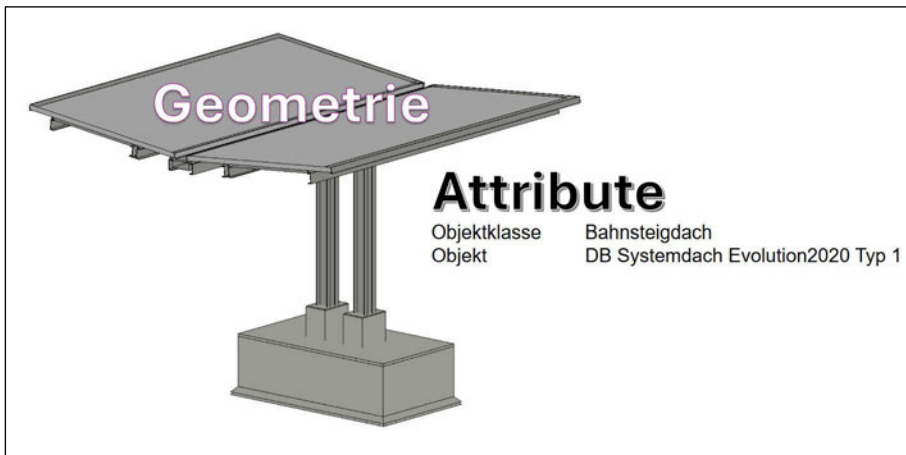


Abb. 5: Bauteile bestehen aus Geometrie und Attributen.

le möglich. Mengenermittlungen für Positionen, die kein Gegenstück im BIM-Modell haben, können somit nicht am Modell durchgeführt werden. Für diese Problemstellung kann ein Workflow entwickelt werden wie z. B. die Nutzung von Dummy-Bauteilen. Die Mengen der Positionen, für die diese Art der Modellierung nötig wäre, wurden stattdessen jedoch konventionell ermittelt. Die zu nutzenden Bauteile müssen die benötigten Attribute mit abgestimmten Belegungen zugewiesen haben sowie in ihrem Geometrie-Detaillierungsgrad den Anforderungen für die Berechnung genügen (Abb. 5). Eine Möglichkeit, um Attribute sowie den LoG passend für den Anwendungsfall zu wählen, ist die Nutzung von bereits standardisierten Bauteilen gemäß den Anforderungen. Durch die Nutzung von Standards ist keine weitere Abstimmung oder Vorgabe nötig. Sobald von den Standards abgewichen wird, sind mehrere Dinge zu beachten:

Wird das Objekt für eine Mengenposition genutzt, bei der

1. ein oder mehrere einschränkende Kriterien als Filter zur Auswahl des Bauteils genutzt werden? Beispiel: Entwässerungsschächte mit einem Durchmesser > 1,0 m. Falls ja, sind ein oder mehrere Attribute abzustimmen und mit vordefinierten Werten zu belegen.
2. über die Geometrie die Menge ermittelt wird? Beispiel: Mantelfläche einer Wand. Falls ja, ist der LoG des Objekts passend zu wählen.
3. der Wert der Menge nicht direkt ermittelt, sondern aus einem Attribut abgelesen wird? Beispiel: Länge der Bahnsteigkante. Dies ist dann sinnvoll, wenn keine einfache geometrische Ermittlung des Wertes möglich ist (beispielsweise, weil es viele Kantenlängen gibt und eine bestimmte gewünscht ist) und der Wert bereits in einem Attribut hinterlegt ist. Falls dies genutzt werden soll, ist die Bezeichnung des entsprechenden Attributs abzustimmen.

Die Umsetzung in der Software iTWO 5D erfolgt im Modul Ausstattung. Dort kann, ähnlich zur Struktur eines LV, eine Art Tabelle angelegt werden, wo für beliebige Positionen Mengen anhand der geladenen BIM-Modelle berechnet werden.

Die Berechnung erfolgt mithilfe sogenannter Quantity-Takeoff (QTO)-Formeln. Dabei wird mit einer Art Skriptsprache angegeben, ob eine Geometrie berechnet, ein Attribut ausgelesen oder die Stückzahl ermittelt werden soll. Ein Beispiel für die Berechnung der Stückzahl einer Schachtabdeckung mit einem Durchmesser von 60 cm:  $QTO(Typ:=\text{\"Stückzahl\"};ME:=\text{\"PC\"};Bauteil:=\text{\"Attribut}\{PVI\_DURCHMESSER\}==\text{\"(0.600 [m])\"},,)$ .

Diese Formeln können entsprechend lang werden, falls die zu nutzenden Bauteile viele Kriterien erfüllen müssen. Aus diesem Grund wurde sich dafür entschieden, zusätzlich mit sogenannten Auswahlgruppen zu arbeiten. Dafür werden, genauso wie in der QTO-Formel, ein oder mehrere einschränkende Kriterien in Form von Attributen ausgewählt und wird eine Art Vorauswahl getroffen. Bei Anwendung der QTO wird die entsprechende Auswahlgruppe angegeben, und es werden nur Bauteile berücksichtigt, die sich innerhalb dieser Gruppe befinden.

Im Anschluss an die Mengenberechnung sollte grundsätzlich eine Kontrolle durchgeführt werden. Diese kann, je nach gewünschtem Detaillierungsgrad, auf verschiedene Arten erfolgen:

- In der Mengenübersicht des Moduls Ausstattung. Dies beinhaltet, wie in Abb. 6 dargestellt, die Ansatzformel (falls über die Geometrie gerechnet wurde) sowie die Anzeige des jeweiligen Bauteils. Dies ist sinnvoll für eine detaillierte Kontrolle der Menge, wobei einzelne Werte leichter nachvollzogen werden können.

Ausstattungstabelle				
Struktur	Schlüssel	Bezeichnung		Me
	1.02.07.0560	Schalung Stützwand Stimabschalung D 40-45cm H 0,5-1m MLV-BLA 01130020		
	1.02.07.0570	Ortbeton C25/30 LP Stützwand f. Bahnsteigkantenfertigteil 550 mm über SO MLV-BLA		
	1.02.07.0580	Verbundanker herstellen		3
	1.02.07.0590	Verlorene Schalung, auf BSK 550 mm, Edelstahl MLV-BLA_01310010		1
+	1.02.08	Absturzsicherung und Absperrung (Metallbauarbeiten)		
+	1.02.09	Erdung		
+	1.02.10	Bauarbeiten an Gleisen und Weichen		
+	1.03	Hp Oberboihingen, Erweiterung Bahnsteig Gleis 2		
+	1.04	Hp Oberboihingen, Neubau WSH 1 inkl. 3er Sitzbank, Bahnsteig Gleis 1		
+	1.05	Hp Oberboihingen, Neubau WSH 2 inkl. 3er Sitzbank, Bahnsteig Gleis 1		
+	1.06	Hp Oberboihingen, Neubau WSH 3 inkl. 3er Sitzbank, Bahnsteig Gleis 1		

Abb. 6: Mengenübersicht in iTWO 5D

- Im eingebetteten Modul Mengeninspektor. Hier ist neben der Formel und dem Objekt auch die genutzte Geometrie farblich dargestellt, während bei der Mengenübersicht nur das gesamte Objekt eingefärbt wird.
- Multi-Modell-Visualisierung im Modul Ausstattung. Hiermit lassen sich, wie in Abb. 7 dargestellt, alle Bauteile rot bzw. grün einfärben, die für die Berechnung mithilfe der QTO genutzt wurden (rot = nein, grün = ja). So kann schnell eine rein visuelle Kontrolle erfolgen, ob Bauteile vergessen wurden oder beispielsweise aufgrund falscher Attribuierung aus dem Raster gefallen sind.

### Grenzen & Herausforderungen

Die automatisierte Mengenermittlung kommt an ihre Grenzen, wo falsche oder fehlende Attribute verwendet werden. Dies führt dazu, dass Bauteile bei Abfragen nicht berücksichtigt oder für falsche Positionen genutzt werden. Eine sorgfältige Prüfung der Attribuierung ist somit Grundvoraussetzung für eine fehlerfreie Mengenermittlung. Ein weiteres Problem kann durch komplizierte Geometrien verursacht werden. Nicht geschlossene Flächen oder Volumina sowie fehlerhafte Triangulation der Bauteile führen zu Fehlern in der Berechnung oder in manchen Fällen sogar dazu, dass das Programm nicht in der Lage ist, überhaupt einen Wert zu berechnen.

Soll die Geometrie der Bauteile für die Mengenermittlung genutzt werden, sind vor allem bei geschachtelten Bauteilen einige Dinge zu beachten. Für jede Geometrie, die genutzt werden soll, muss das Gesamtobjekt in sogenannte Components zerlegt werden können. Es ist nicht möglich, Teilvolumina zu berechnen, wenn das Objekt eine einzige Einheit ist. Weiterhin können in QTO-Formeln immer nur die Mengen bezogen auf ein Objekt auf einmal berechnet werden, welche dann für die Gesamtheit der Auswahlgruppe aufsummiert werden. Setzt sich eine Menge aus der Geometrie mehrerer Bauteile zusammen, müssen diese als ein Objekt modelliert sein, welches wiederum aus Components besteht. Beispiel: Aushub Fundament eines Bahnsteigdachs. Wenn ein Teil des Aushubs als eigener Körper und ein Teil als Bestandteil des Dachs modelliert sind, können diese nicht in einer QTO-Formel miteinander kombiniert werden. Stattdessen ist der Aushub als Bestandteil des Dachs zu modellieren.

### Fazit

Die Probeläufe an den Projekten haben gezeigt, dass eine (teil-)automatisierte Mengenermittlung möglich ist, wenn bestimmte Voraussetzungen erfüllt sind. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass es eine Steigerung der Effizienz gab. Durch die modellbasierte Mengenermittlung und LV-Erstellung wird zudem die Planungsqualität maßgeblich erhöht, indem die im BIM-Modell vorhandenen Mengen und daraus resultierenden Leistungs-

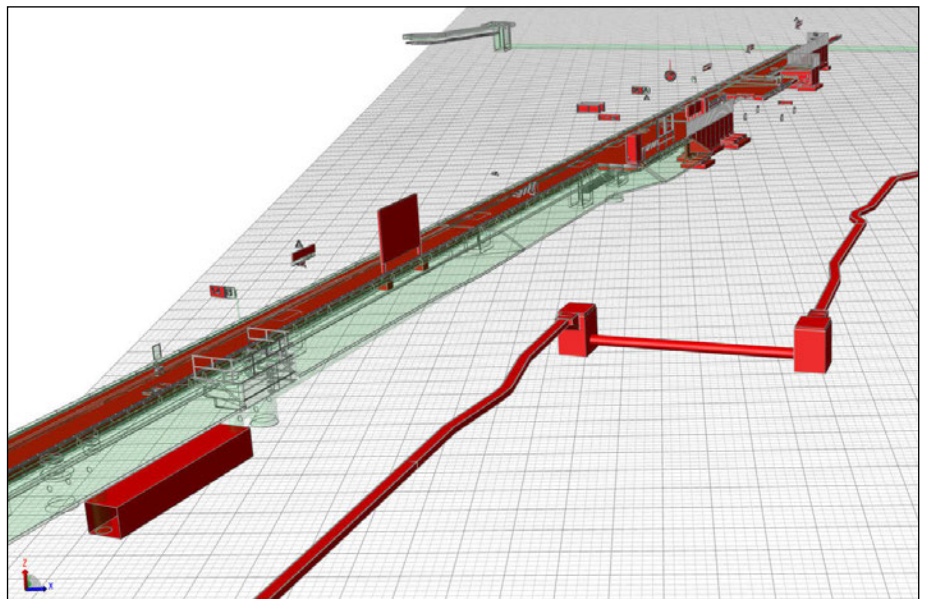


Abb. 7: Multi-Modell-Visualisierung in iTWO 5D

positionen nahezu vollständig, genau und konsistent ermittelt werden können. Mittels Einfärben von Bauteilen kann visuell überprüft werden, ob diese für die Mengenermittlung berücksichtigt wurden. Durch die Automatisierung können Nachtragsforderungen während der Bauausführung, die durch Inkonsistenzen zwischen Planung und separat ermittelten Leistungspositionen resultieren, maßgeblich reduziert und kann somit die Planungsqualität erhöht werden.

Eine auf das LV/Kostenstruktur abgestimmte Attribuierung sowie Unterteilung der Geometrie ist Grundvoraussetzung. Ist diese erfüllt, kann ein Großteil der Formeln zur Mengenermittlung wiederverwendet werden. Dies führt zu einem verminderten Aufwand im Vergleich zur konventionellen Mengenermittlung, bei der in jedem neuen Projekt von vorne begonnen werden muss. Insbesondere bei komplexen Geometrien und großen Projekten resultiert dies in einer Zeitersparnis.

Dem gegenüber steht ein hoher Zeitaufwand zu Beginn, um die benötigten Formeln zu erstellen und die Geometrie abzuändern. Dies setzt die Expertise voraus, welche Geometrieanpassungen möglich und nötig sind, wie diese in der Autoren-/Planungssoftware umzusetzen sind und dies schlussendlich in der Formel zur Mengenermittlung in der Software zur Kostenberechnung, Ausschreibung und Vergabe berücksichtigt wird.

Die Zuweisung der Mengen zu LV hat bei einer vereinheitlichten LV-Struktur und einheitlicher Kostenstruktur viel mehr Potenzial, als wir heute bereits nutzen (können). Die Weiterentwicklung liegt hier in der Fortführung und Entwicklung von Vereinfachungen und Standards sowie kaufmännischen Strukturen.

Insgesamt zeigt sich, dass die konsequente Weiterentwicklung und Standardisierung, unter Berücksichtigung der auftretenden Her-

auforderungen, letztlich zu einer Effizienzsteigerung in Planungsbüros beiträgt und beim Auftraggeber zu weniger Nachtragsforderungen führt. ■

### QUELLEN

[1] Vorgaben zur Anwendung der BIM-Methodik, Version 3.2, 28.02.2025  
<https://infoplattform-personenbahnhoeefe.deutschebahn.com>, aufgerufen am 02.11.2025



#### Laura Böger

Fachreferentin  
 Qualifizierung & Kommunikation  
 Digitales Planen und Bauen / BIM  
[laura.boeger@deutschebahn.com](mailto:laura.boeger@deutschebahn.com)



#### Marie Reinkober

Teamleitung Verkehrsanlagenplanung  
[marie.reinkober@deutschebahn.com](mailto:marie.reinkober@deutschebahn.com)



#### Christian Stillger

Spezialist für digitale Standards  
 in der Verkehrsanlagenplanung  
[christian.stillger@deutschebahn.com](mailto:christian.stillger@deutschebahn.com)

Alle Autoren:  
 DB InfraGO AG –  
 GB Personenbahnhöfe, Berlin