

Anwendungsmöglichkeiten des Baustelleneinrichtungsmodells für die Inventarisierung von Lagerflächen

Am Beispiel des BBT Baulos H41 Sillschlucht-Pfons

Lukas Wilfert, B.Eng.

Betreuer/in: Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Matthias Flora

Arbeitsbereich für Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau

Universität Innsbruck

ibt@uibk.ac.at | www.uibk.ac.at/ibt

KURZFASSUNG: Diese Arbeit entwickelt ein Konzept zur dynamischen Visualisierung von Baumateriallagerungen auf Grundlage eines bestehenden BaustelleneinrichtungsmodeLLs und validiert dieses anhand einer Lagerfläche des Bauloses H41 des Brenner Basistunnels. Durch die Kombination aus Python- und Dynamo-Skripten werden Materialbestände automatisiert verarbeitet, im Modell platziert und hinsichtlich ihrer Flächenauslastung visualisiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die modellbasierte Integration von Materialinformationen eine praxistaugliche Erweiterung digitaler Baustellenlogistik darstellt und Potenziale für weiterführende Automatisierungen bietet.

Vollständige Arbeit: www.uibk.ac.at/ibt/lehre/abgeschlossene-masterarbeiten/

SCHLAGWORTE: TIM, BIM, Asset Management, LOIN, BE-Modell, Inventarisierung

1 EINLEITUNG

Die fortschreitende Digitalisierung prägt die Bauwirtschaft in zunehmendem Maße und eröffnet neue Potenziale für effiziente, transparente und nachhaltige Abläufe. Methoden wie Building Information Modeling (BIM) und das speziell für den Tunnelbau entwickelte Tunnel Information Modeling (TIM) ermöglichen es, geometrische und semantische Informationen in einem zentralen Modell zu integrieren und über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks hinweg nutzbar zu machen. Am Arbeitsbereich Baumanagement, Baubetrieb und Tunnelbau der Universität Innsbruck werden TIM-Modelle für das Baulos H41 Sillschlucht-Pfons des Brenner Basistunnels (BBT) entwickelt, welche auch die zugehörige Baustelleneinrichtungsfläche beinhalten. [1]

Während die bestehende Modellierung geometrisch detailliert ist, weist sie einen geringen Informationsgehalt in Bezug auf Baustofflagerung und Materialbewegungen auf. Die Masterarbeit widmet sich deshalb der Frage, wie sich TIM-Modelle während der Ausführung zur Inventarisierung und Visualisierung von Baumaterialien einsetzen lassen. Ziel ist es, eine ausgewählte Materiallagerfläche des Bauloses H41 um strukturierte Informationen zu erweitern und einen Workflow zu entwickeln, der die dynamische Flächenauslastung und Materialverteilung automatisiert darstellt.

Daraus leiten sich folgende Forschungsfragen ab:

- Wie kann ein Konzept zur dynamischen Darstellung der Baumateriallagerung auf Grundlage eines TIM-Modells aussehen?
- Welcher Level of Information Need (LOIN) ist für die Modellierung der Objekte auf der Lagerfläche erforderlich?

Zur Beantwortung dient das bestehende BaustelleneinrichtungsmodeLL, das mithilfe der Softwarelösungen Revit® und Dynamo® erweitert und im Rahmen eines realen Praxisprojekts iterativ überprüft wird. Die Datenbasis besteht aus einem simulierten Datenbankexport, der die zukünftige Struktur digital erfasster Materialbestände repräsentiert.

2 HAUPTTEIL

2.1 Grundlagen und Rahmenbedingungen

Die Arbeit basiert auf aktuellen Konzepten des Asset Managements, bei denen Baumaterialien als zu überwachende Assets betrachtet werden. Sensortechnologien, digitale Lieferscheine und Datenbanken bilden potenzielle Quellen für strukturierte Bestandsinformationen. Die Modellierung in Revit® erfordert hierfür geeignete Familien (RFA), welche geometrische, alphanumerische und dokumentarische Informationen aufnehmen können. Neben geometrischen Abmessungen werden insbesondere Lieferstatus, Stückzahlen oder Farbcodierungen benötigt, um eine eindeutige Zuordnung im Modell zu ermöglichen. Zur Umsetzung werden die betrachteten Materialien exemplarisch ausgewählt, darunter Gleise, Betonschutzwände und Sohl fertigteile, die modellbasiert auf Basis handelsüblicher Abmessungen als RFA erstellt werden. Die Lagerfläche selbst ist im Modell geometrisch definiert und dient als Orientierung für die Platzierung der Objekte. [2, 3]

2.2 Entwicklung des Workflows

Der erarbeitete Workflow nutzt eine Kombination aus Python- und Dynamo®-Skripten, um Materialbestände aus einem Datenexport einzulesen, aufzubereiten und automatisiert im Modell zu platzieren.

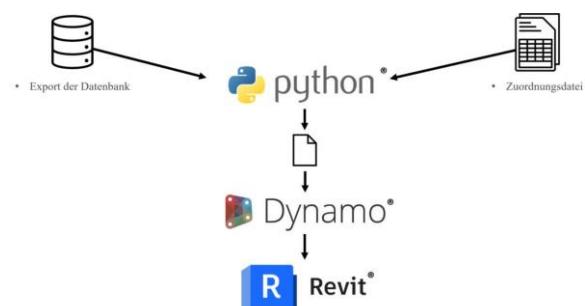


Abb. 2-1: Veranschaulichung des erarbeiteten Workflows

Der Prozess umfasst folgende Vorgänge:

- Filterung und Verarbeitung der Eingangsdaten: Die Datenbankliste wird nach Lagerflächen und Materialtypen

gefiltert. Ergänzende Zuordnungsdateien definieren zusätzliche Informationen wie optische Parameter, Sichtbarkeitsregeln und Lieferstatus.

- Automatisches Platzieren der Objekte: Auf Basis der definierten Lagerfläche werden Objekte ohne manuelles Eingreifen im Modell erzeugt und entlang der ausgewählten Kanten platziert. Dabei berücksichtigt das Skript Abstände, Stapelregeln, Safespace sowie die maximale Flächenauslastung.
- Sichtbarkeits- und Färbungslogik: Exemplarparameter ermöglichen die Darstellung individueller Eigenschaften. Entsprechend der Lieferdaten werden Materialien farblich hervorgehoben, etwa bei bevorstehenden Lieferungen.
- Auslastungsanzeige: Für jede Aktualisierung werden Flächenbelegung und Auslastungsgrad berechnet und über ein visuelles Element über der Lagerfläche angezeigt. Farbcodes verdeutlichen den Auslastungszustand (grün < 60 %, gelb 60–80 %, rot > 80 %).
- Fehlermeldungen und Hinweise: Das Skript überprüft, ob die Lagerfläche ausreichend dimensioniert ist; bei unzureichenden Abmessungen wird die Platzierung automatisch verhindert und ein Hinweis erzeugt.

Durch diese Prozesskette entsteht ein dynamisches, größtenteils automatisiertes Visualisierungskonzept, das mit minimalem manuellem Aufwand aktualisiert werden kann.

2.3 Validierung des Konzepts

Die Validierung erfolgt anhand eines realitätsnahen Baustellenmodells des Bauloses H41, wobei verschiedene Datenzusätze simuliert werden, um die Robustheit des Workflows zu prüfen.



Abb. 2-2: Umgesetzte Visualisierung inkl. Auslastungsanzeige

Dabei zeigt sich, dass die Materialplatzierung zuverlässig und reproduzierbar erfolgt, die Auslastungsberechnungen korrekt umgesetzt werden und sowohl farbliche Hervorhebungen als auch die angewendeten Sichtbarkeitsregeln praxistaugliche Informationen liefern. Zudem wird der Zeitaufwand im Vergleich zu vollständig manuellen Abläufen erheblich reduziert. Manuelle Eingriffe bleiben jedoch erforderlich, etwa bei der Auswahl der Lagerfläche oder beim erneuten Ausführen der Skripte nach einem Datenexport. Dennoch stellt der Ansatz ein weitgehend automatisiertes Verfahren dar.

2.4 Level of Information Need (LOIN)

Der LOIN wird für jedes Objekt einzeln definiert und umfasst drei Informationsarten:

- Dokumentarische Informationen: insbesondere digitale Lieferscheine, die grundlegende Daten zum Material liefern

- Alphanumerische Informationen: Stückzahlen, Lieferdatum, Zuordnungen aus Excel-basierten Listen, Farbparameter
- Geometrische Informationen: ausreichend detaillierte, aber nicht übermodellierte Darstellungen der Materialien

Die Arbeit zeigt, dass ein mittleres geometrisches Detailniveau optimal ist: erkennbar, aber ressourcenschonend. Der LOIN wird tabellarisch dokumentiert und kann als Werkzeug für weitere Anwendungsfälle genutzt werden. [4]

3 FAZIT

Die Masterarbeit entwickelt ein praxistaugliches Konzept zur dynamischen Visualisierung von Materiallagerflächen auf Basis eines TIM-Modells. Die Kombination aus Python und Dynamo® ermöglicht eine weitgehend automatisierte Platzierung und Darstellung von Baumaterialien unter Berücksichtigung strukturierter Eingangsdaten. Der Workflow ist in der Lage, Flächenauslastungen, Lieferstatus und Materialbestand intuitiv darzustellen und dadurch einen deutlichen Mehrwert gegenüber tabellarischen Listen zu bieten.

Die zentrale Forschungsfrage zur dynamischen Darstellung der Baumateriallagerung konnte erfolgreich beantwortet werden: Das erarbeitete Konzept zeigt, wie vorhandene Modelle um semantische Informationen erweitert und in den Visualisierungsprozess eingebunden werden können. Ebenso wurde dargelegt, welcher LOIN erforderlich ist, um verschiedene Materialarten eindeutig, effizient und visuell aussagekräftig abzubilden.

4 AUSBLICK

Die Arbeit bietet vielfältige Potenziale für weiterführende Entwicklungen. Dazu zählt insbesondere die vollständige Automatisierung durch eine direkte Anbindung an zentrale Datenbanken, die automatische Generierung von Exports sowie die vollautomatische Aktualisierung des Modells. Darüber hinaus kann der Ansatz auf komplexere Lagerflächen erweitert werden, sodass auch polygonale oder geschwungene Geometrien realitätsnäher abgebildet werden können. Ebenso besteht die Möglichkeit, zusätzliche Materialarten einzubinden, insbesondere Mengenmaterialien wie Kabel, Rohre oder Schüttgüter, die volumetrisch modelliert werden müssen. Eine weitere Entwicklungsperspektive liegt in der algorithmischen Optimierung, die die automatische Berechnung optimaler Lagerpositionen und damit eine verbesserte Platzeffizienz ermöglicht. Zudem kann der Workflow im Sinne von Open BIM auf IFC-basierte Modelle ausgedehnt werden, wodurch die Daten auch in weiteren Abteilungen oder Systemen nutzbar würden. Insgesamt legt die Arbeit damit den Grundstein für ein digital unterstütztes Baustellenlogistiksystem, das sich perspektivisch zu einem integralen Bestandteil zukünftiger Bauprojekte entwickeln könnte.

5 QUELLEN

- [1] M. Flora, G. Fröh, H. Salzgeber, und L. Schneiderbauer, „Tunnel Information Modeling auf dem Weg zum digitalen Zwilling“, BetonKalender 2025, S. 261–286, Nov. 2024, doi: 10.1002/9783433611999.CH7.
- [2] L. D. Oyeniyi, C. E. Ugochukwu, und N. Z. Mhlongo, „IoT applications in asset management: A review of accounting and tracking techniques“, International Journal of Science and Research Archive, Bd. 11, Nr. 2, S. 1510–1525, Apr. 2024, doi: 10.30574/IJSRA.2024.11.2.0640.
- [3] The Institute of Asset Management, „Asset Management - an Anatomy“, Bristol, Juli 2024. Zugegriffen: 8. August 2025. [Online]. Verfügbar unter: <https://theiam.org/media/5615/iam-anatomy-version-4-final.pdf>
- [4] I. M. Massimo-Kaiser, G. Fröh, H. Salzgeber, und M. Flora, „LOIN für Elemente des geologisch-geotechnischen Baugrundmodells“, Bautechnik, Bd. 102, Nr. 4, S. 207–214, Apr. 2025, doi: 10.1002/BATE.202400052