

Entwicklung eines digitalen parametergestützten Baugrundmodells

Konzeptentwicklung und Anwendungsbeispiel

Hans Exenberger, BSc

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: Das Ziel der hiermit zusammengefassten Masterarbeit ist, neben der Grundlagenermittlung für die derzeitige geotechnische Planung im Untertagebau, ein Konzept zu entwickeln, wie eine zukünftige, vollumfängliche Implementierung eines digitalen Baugrundmodells in sämtliche Projektphasen des Tunnelbaus aussehen könnte. Das Anwendungsbeispiel KÖSA zeigt in einem ersten Schritt, welche Möglichkeiten für die Umsetzung bereits heute bestehen. Im zweiten Schritt, der Konzeptentwicklung, werden die Tunnelpixel als zukünftige Lösung beschrieben.

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

SCHLAGWORTE: TIM, BIM, Baugrundmodell, Geotechnik, Geologie, Tunnelbau, Tunnelpixel, Digitalisierung

1 EINLEITUNG

„Es ist keine Frage mehr, ob BIM kommt oder nicht, sondern nur wie schnell und wie durchgehend.“ [1]

Diese Masterarbeit liefert einen Beitrag um die Umsetzung von BIM in der Baugrundmodellierung im Tunnelbau möglichst durchgehend zu gestalten.

2 AUSGANGSSITUATION UND GRUNDLAGEN

2.1 Normen

Aus Mangel an Tunnelbauspezifischen BIM-Normen, kommen die konventionellen Richtlinien für den Tunnelbau mit den aktuellen allgemeinen BIM-Normen zum Einsatz.

2.2 Konventionelle geotechnische Planung

Die derzeitige analoge geotechnische Planung von Tunnelbauwerkern erfolgt in Österreich auf Grundlage der ÖGG Richtlinien für die geotechnische Planung von Untertagebauten mit kontinuierlichem und zyklischem Vortrieb. Abb. 4-1 stellt die ersten beiden Schritte dieses schematischen Prozesses dar. Dabei sind auf Grundlage der für das Projekt relevanten geotechnischen Parameter die Gebirgsarten zu bestimmen. Mit weiteren Parametern aus dem zweiten Schritt werden Gebirgs-/Homogenbereiche ermittelt. Diesen Bereichen werden anschließend alle relevanten Gebirgsverhaltenstypen (GVT), auf Grundlage der 11 definierten GVTs, zugeordnet.

3 ANWENDUNGSBEISPIEL KÖSA

3.1 Ausgangssituation

Im Rahmen des Projektes Neubaustrecke Köstendorf – Salzburg (KÖSA), einem BIM-Pilotprojekt der ÖBB, ist in Grundzügen die Ausarbeitung eines digitalen parametergestützten Baugrundmodells erfolgt. In der Projektphase der Umweltverträglichkeitserklärung (UVE) befindlich, ist der Fokus auf die Implementierung von alphanumerischen Daten, sowie einer parameterbehafteten Massenauswertung gelegt worden. Einer der davon abgeleiteten BIM-Anwendungsfälle ist die lagerichtige Ermittlung und Auswertung des aufzufahrenden Tunnelhohlraumes.

3.2 Vorgangsweise

Die in Abb. 3-1 beschriebenen Grundlagen sind für das Anwendungsbeispiel als vorhanden angenommen worden. Im

folgenden Schritt der Modellierung sind sämtliche Modellierungsschritte durchgeführt worden um eine vollständige Auswertung zu gewährleisten. Mit dem Schritt der Parametrisierung sind dem Tunnelausbruchmodell sämtliche alphanumerischen Daten hinzugefügt worden, um die geotechnische Planung bis hin zur Zuordnung der GVTs abzubilden und somit eine Auswertung bis zu diesem Prozessschritt zu ermöglichen.

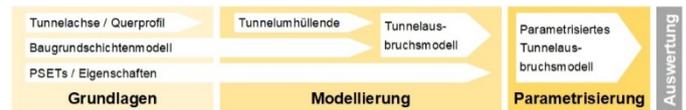


Abb. 3-1: Prozessgrafik der gewählten Vorgangsweise

3.3 Ergebnisse

Ein mögliches Auswertungsszenario ist in Tab. 3-1 dargestellt. Sie zeigt eine kategorisierte Auswertung des Anteils einzelner GVT-Kombinationen am Gesamtausbruchsvolumen.

GVT dominierend > 30%			GVT untergeordnet 10-30%			GVT sehr untergeordnet <10%		
GVT	Gesamtvolumen	Anteil	GVT	Gesamtvolumen	Anteil	GVT	Gesamtvolumen	Anteil
GVT7 GVT8 GVT9	90362 m³	3,7%	-	244956 m³	9,9%	-	151739 m³	6,2%
GVT4	2259628 m³	91,6%	GVT2 GVT9	2108972 m³	85,5%	GVT2 GVT7	1007958 m³	40,9%
GVT7	115712 m³	4,7%	GVT2	111773 m³	4,5%	GVT3 GVT8 GVT9	1251670 m³	50,8%
						GVT8 GVT9	54335 m³	2,2%
	2465701 m³			2465701 m³			2465701 m³	

Tab. 3-1: Auswertung der GVTs

Weitere Auswertungsmöglichkeiten sind die Verteilung der GVTs je Homogenbereich oder die Auswertung der Gesamtausbruchsmassen je Gebirgsbereich und Baugrundschicht. Alle Auswertungen werden inklusive aller relevanten Parameter durchgeführt.

3.3.1 Erkenntnisse

Mit dem Anwendungsbeispiel wird gezeigt, dass mit den zum Zeitpunkt der Bearbeitung zur Verfügung stehenden Werkzeugen bereits eine ansatzweise Umsetzung der BIM-Methode für den Baugrund im Tunnelbau möglich ist. Durch eine integrale Arbeitsweise und unter Berücksichtigung bewährter Workflows ist eine Parametrisierung eines Baugrundmodells bereits möglich.

3.3.2 Optimierungspotential

Großes Optimierungspotential birgt die Automatisierung des entwickelten Prozesses, indem alle repetitiven Schritte automatisch erfolgen. Weiters ist die vollständige, fehlerfreie und

einfache Implementierung der Parameter in alle verwendeten Softwareprodukte weiterzuentwickeln.

4 KONZEPT DIGITALES BAUGRUNDMODELL

4.1 Grundlagen

Aufbauend auf den Schritten aus Abb. 4-1 soll die Grundlage für ein digitales parametergestütztes Baugrundmodell geschaffen werden. Ein solches muss alle benötigten Parameter für die geotechnische Planung abbilden können und gleichzeitig möglichst differenziert bleiben um die unterschiedlichen Herangehensweisen aller Stakeholder zu ermöglichen.

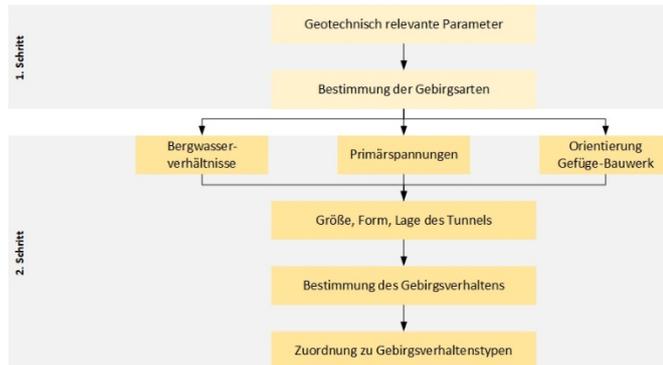


Abb. 4-1: Relevante Schritte aus dem schematischen Ablauf der geotechnischen Planung [4]

4.2 Konzept

Daraus ist das Konzept der Tunnelpixel entwickelt worden. Grundlegend ist dabei die Überlegung der kleinsten zu modellierenden Einheit. Mit einer Rasterung des Tunnelausbruchskörpers entlang der Tunnelachse werden einzelne Körper erzeugt, denen individuell Parameter zugeordnet werden können. Das Rasterintervall kann dabei an unterschiedlichste Randbedingungen in Abhängigkeit von der Projektphase angepasst werden.

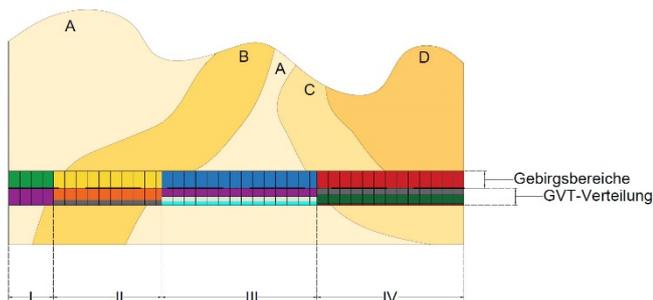


Abb. 4-2: Konzeptdarstellung der gerasterten Tunnelpixel

Eine gesamthafte Darstellung über einen Tunnelabschnitt für das Konzept der Tunnelpixel ist in Abb. 4-2 dargestellt.

4.3 Vorteile

Die Detaildarstellung eines solchen Tunnelpixel in Abb. 4-3, soll aufzeigen, dass eine beliebige Erweiterung der Anzahl an Informationen denkbar ist. Ein weiterer Vorteil dieses Konzeptes besteht darin, dass bei bereichsübergreifenden Parametern keine Kollisionen in der Modellprüfung entstehen. Weiters werden Modellaktualisierungen durch die gewählte kleinste Modellierungseinheit ermöglicht und vereinfacht, wodurch auch der single source of truth (SSOT) Ansatz des digitalen Baugrundmodells unterstützt wird.

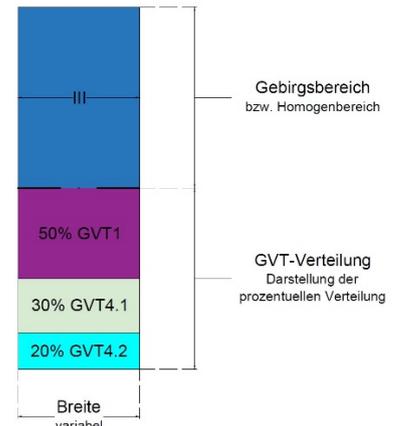


Abb. 4-3: Einzelnes Tunnelpixel mit Darstellung des Gebirgsbereichs und der GVT-Verteilung

4.4 Anwendungsfälle

Angelehnt an die Literatur ist eine Liste möglicher Anwendungsfälle ausgearbeitet worden.

5 FAZIT

Mit dem Anwendungsbeispiel KÖSA konnte gezeigt werden, dass die BIM-Methode in der Baugrundmodellierung mit den bekannten Arbeitsweisen vereinbar ist und viele Vorteile mit sich bringt. Einfache Auswertungen und teilautomatisierte Methoden sind bereits heute möglich. Das Konzept der Tunnelpixel kann als Grundlage für eine vollständige Implementierung der digitalen Arbeitsweise gesehen werden.

6 AUSBLICK

Zur Evaluierung der Konzepte ist eine Validierung anhand zusätzlicher Projekte und Expertenrunden nötig. Abgeleitet von den Ergebnissen sind weiterführende Fragestellungen definiert worden.

Es gilt zu klären, wie die bestmögliche Interaktion zwischen Bauwerk-, Baugrund- und Baustellenmodell aussieht. Die Definition von Parameterstrukturen, welche für ein digitales parametergestütztes Baugrundmodell benötigt werden, um die geotechnische Planung von Tunnelbauwerken in allen Projektphasen und Anwendungsfällen abbilden zu können, muss erfolgen. Erweiterungen des Konzeptes zu einem 5D-BIM-Ansatz, zur Ermöglichung von Zeit- als auch Kostenermittlungen sind darzustellen. Abschließend ist zu untersuchen, ob das digitale Baugrundmodell zur Erreichung der Kostenwahrheit beiträgt und ob damit ein Branchenumschwung hin zu gerechteren Preisen erfolgt.

7 QUELLEN

- [1] Die Presse. Digitalisierung ist die Zukunft, ohne Wenn und Aber. <https://www.diepresse.com/5590776/christoph-m-achhammer-digitalisierung-ist-die-zukunft-ohne-wenn-und-aber>, Zugriff: 22.10.2020
- [2] M. Flora et al. Optimierung des Baumanagements im Untertagebau mittels digitaler Infrastruktur-Informationsmodelle. Bautechnik, 97(Heft 01):1–9, 2020.
- [3] G. Fröch et al. Anwendungsmöglichkeiten eines digitalen Baugrundmodells im Tunnelbau. Bautechnik, 96(Heft 12):885–894, 2019.
- [4] Österreichische Gesellschaft für Geomechanik. Richtlinie für die Geotechnische Planung von Untertagebauten mit kontinuierlichem Vortrieb. 2013.