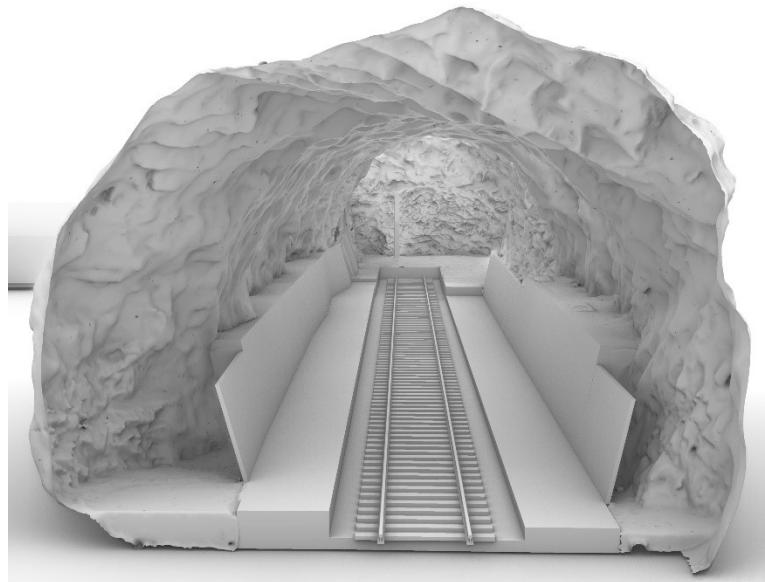


Bachelor-Thesis 2018

# Erstellung eines digitalen Zwillings des Versuchsstollens Hagerbach mittels des BIMAGE Backpacks und anderer 3D-Sensoren und -Plattformen

**Autoren: Fabian Rechsteiner****Dominik Wisler****Co-Examinator: Prof. Dr. Stephan Nebiker****Co-Examinator: Dr. Wissam Wahbeh**

# Erstellung eines digitalen Zwillings des Versuchsstollens Hagerbach mittels des BIMAGE Backpacks und anderer 3D-Sensoren und -Plattformen

**Anders als bei überirdischen Bauten, ist die Erstellung eines digitalen Zwillings von Untertagebauten noch unerforscht. Es ist der Wunsch vorhanden, einfache, schnelle und effiziente Methoden für die Erfassung von Tunnel zu finden. Dafür wurden die Einsatzmöglichkeiten des Mobile Mapping System (MMS) «BIMAGE Backpack» und die Erstellung von 3D/BIM-Modellen aus terrestrischen Laserscanaufnahmen im Versuchsstollen Hagerbach (VSH) untersucht. Es zeigte sich, dass die Nutzung von MMS und BIM grosses Potential haben.**

**Schlagworte:** Versuchsstollen Hagerbach, BIMAGE Backpack, Mobile Mapping, SLAM, BIM, 3D-Modellierung, Poisson Surface Reconstruction

## 1. Ausgangslage

Im Rahmen eines Blockprojekts wurden Teile des Versuchsstollen Hagerbach (VSH) mittels dem BIMAGE Backpack und terrestrischen Laserscannern eingemessen. Diese Daten dienten als Grundlage für die Untersuchung von MMS in Tunnel und der 3D- und BIM-Modellierung des VSH.

## 2. Mobile Mapping System «BIMAGE Backpack»

Das BIMAGE Backpack (Abb. 1) ist ein Forschungsprojekt der Fachhochschule Nordwestschweiz, Institut Geomatik. Da Aufnahmen mit dem MMS BIMAGE Backpack deutlich schneller durchgeführt werden können als mit herkömmlichen terrestrischen Laserscannern, wurde getestet, wie gut die Resultate bei schwierigen Bedingungen im Stollen ausfallen. Die ersten Versuche wiesen auf enttäuschende Endergebnisse hin.

Die Bearbeitung der Daten mit dem BIMAGE Backpack (Abb. 1) ist in zwei Teilschritte (Abb. 2) aufgeteilt:

- SLAM-Nachberechnung
- Bündelblockausgleichung Bilddaten



Abb. 2: Ablaufschema der BIMAGE Datenauswertung



Abb. 1: BIMAGE Backpack (FHNW 2018)

Bereits bei der Bearbeitung der LiDAR SLAM- (simultaneous localization and mapping) Lösung sind klare Verbesserungen zu den Grundeinstellungen ersichtlich. In den Abbildungen 3 & 4 sind die Ansichten der Koordinatenebenen dargestellt. Es ist ersichtlich, dass bei der ersten Version (Abb. 3) keine Übereinstimmung in der Lage, wie auch in der Höhe vorhanden ist. Bei der angepassten Version (Abb. 4) sind die Abweichungen deutlich kleiner. Die erreichte Genauigkeit betrug 14cm.

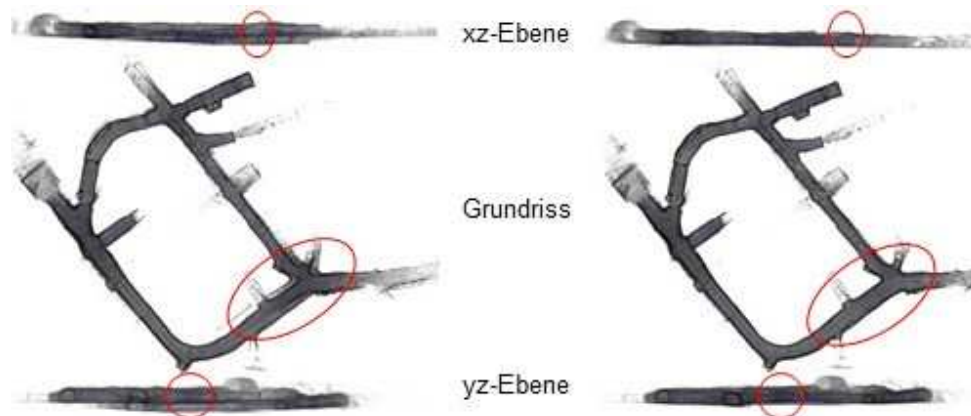


Abb. 3: erste SLAM-Prozessierung

Abb. 4: bearbeitete SLAM-Prozessierung

### Bündelblockausgleichung

Mit der optimierten Trajektorie als Näherungswert der äusseren Orientierung sind die Bilddaten in einer Bündelblockausgleichung ausgeglichen und bildbasiert georeferenziert worden. Die resultierende **Passpunktgenauigkeit** beträgt **1.6cm** und die **Kontrollpunktgenauigkeit** **2.5cm**. Dies sind sehr erfreuliche Resultate, die trotz den schwierigen Bedingungen im Stollen erreicht werden konnten. Sie hängen von den Gegebenheiten der Umgebung, wie auch von der Funktionsweise des SLAM-Algorithmus ab.

## 3. Von der Punktwolke zum 3D/BIM-Modell

### Von der Punktwolke zur Dreiecksvermaschung

Für die Erstellung eines digitalen Zwillings des VSH wurden geeignete Algorithmen zur Dreiecksvermaschung des SCAUT Stollens, sowie die BIM-Nutzung im Infrastrukturbereich untersucht. Diese Untersuchung hat gezeigt, dass mit einer Punktwolkendicht von 20mm und mit dem Poisson Surface Reconstruction Algorithmus, Dreiecksvermaschungen mit einer maximalen Abweichung von unter 5cm erstellt werden können.

Die Abbildung 5 zeigt den Workflow von der Erfassung der Punktwolke bis zur Visualisierung des 3D/BIM-Modells.

Weil für BIM im Infrastrukturbereich noch kein Standard definiert wurde, ist die Nutzung von BIM in Tunnel noch sehr umständlich.

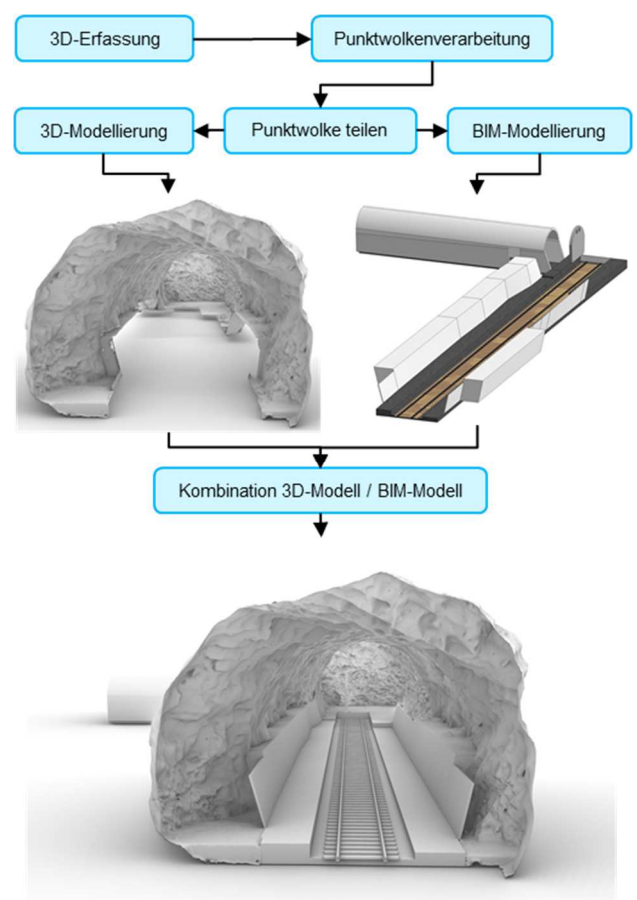


Abb. 5: Workflow: Von der Punktwolke zum 3D/BIM-Modell

## 4. Fazit

Bei der Erfassung von Untertagebauten kann nicht grundsätzlich gesagt werden, welches Instrumentarium für die Erhebung eines Stollens genutzt werden sollte. Entsprechend muss für jedes Objekt, dass aufzunehmen ist, die Methode einzeln eruiert werden. Es zeigte sich, dass für genauere Aufnahmen ein terrestrischer Laserscanner und bei grossflächigen und schnellen Aufnahmen das BIMAGE Backpack eingesetzt werden kann. Die Nutzung von BIM im Infrastrukturbereich ist wegen des fehlenden Standards noch sehr umständlich, hat jedoch sehr grosses Potential.

Autoren:	Fabian Rechsteiner	fabianrechsteiner@quickline.ch
	Dominik Wisler	dwisler@gmx.ch
Co-Examinatoren:	Prof. Dr. Stephan Nebiker	stephan.nebiker@fhnw.ch
	Dr. Wissam Wahbeh	wissam.wahbeh@fhnw.ch