

Bachelor-Thesis 2019

Digitale Wieder- belebung von Trockenmauern



Autor: Fabian Casutt

Examinatoren: Prof. Dr. Denis Jordan

Prof. Dr. David Grimm

Experte: Prof. Dr. Marcel Steiner

Digitale Wiederbelebung von Trockenmauern

Trockenmauern stellen eine über die Jahrhunderte hinweg entstandene traditionsreiche Bautechnik dar. Fachkräfte mit der nötigen Expertise werden immer rarer und somit auch die Anzahl an bestehenden Trockenmauern. Die vorliegende Arbeit beschreibt einen Algorithmus, der mithilfe eines heuristischen Lösungsansatzes, automatisiert aus Natursteinen 3D-Trockenmauermodelle sowie Baupläne generiert. Durch den so angestrebten reduzierten Erstellungsaufwand kann der Anreiz zum Bau dieser ökologischen und langlebigen Bauwerke erhöht werden, womit schlussendlich die Tradition und das Landschaftsbild erhalten werden können.

Schlagworte: Trockenmauern, Python, Blender, 3D-Modelle, Monte-Carlo, 3D-Druck, Heuristischer Lösungsansatz, Simulationen, Laserscanning

1. Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit wird eine Strategie zur Erstellung eines Algorithmus für das Generieren von digitalen Trockenmauern aufgezeigt, welche auf heuristischen Monte-Carlo Optimierungsverfahren beruht, um eine automatisierte Herstellung von Trockenmauern zu ermöglichen. Um diese Strategie zu verifizieren wird das so erstellte digitale 3D-Modell durch einen realen Nachbau exemplarisch überprüft.



Abb. 1 Messaufbau

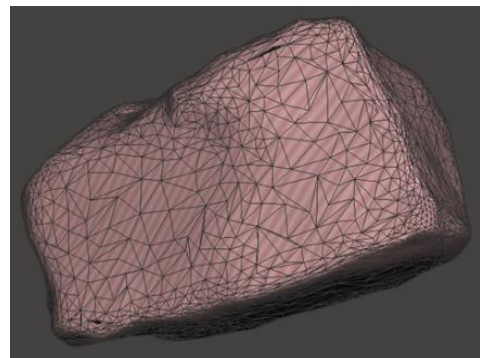


Abb. 2 3D-Modelle der Naturstein

2. Erfassung der Natursteine

Bei der Erfassung wird ein Verfahren aus dem Bereich des Laserscannings angewendet (Abb.1). Da eine möglichst hohe Effizienz von hoher Bedeutung ist, wird dies simultan mit vier einzelnen MS60 im Scanning-Modus gemacht. Um eine Zuordnung der Steine während dem Bauprozess zu ermöglichen, werden zur Identifizierung auf den Steinen Markierungen in der Form von Nummern angebracht. Die Verarbeitung und Bereinigung der Punktwolken erfolgt in Leica Infinity und Autodesk Meshmixer (Abb.2).

3. Aufbau Algorithmus

Der Algorithmus wird in Python geschrieben und verwendet die API der Software Blender.

Im Allgemeinen wird beim Aufbau und Inhalt der Python-Skripts die Ideen vom im Workflow entwickelten Schema umgesetzt. Es werden drei Module entwickelt, welche jeweils eine der essenziellen Funktionen des Algorithmus übernehmen, die schlussendlich über eine einzelne Batch Datei ausgeführt werden. Diese «Module» übernehmen die Funktionen der Generierung der Simulationen (Monte-Carlo-Verfahren & Gravitationssimulation), Analyse & Auswertung der so erstellten Modelle über Kriterien wie z.B. das Packmass oder das Leervolumen und Erstellung der Schlussprodukte (3D-Modelle, Bauanleitung & 3D-Druck).

4. Resultate

Bei den Endprodukten des Algorithmus handelt es sich um die in den Simulationen generierten 3D-Modelle der Trockenmauern (Abb.3) sowie die aus diesen Modellen abgeleiteten «Baupläne», mit welchen diese Mauer in der realen Welt erstellt werden können (Abb.4). Das massstabsgetreue Modell, welches mithilfe eines 3D-Drucker erstellt wird, dient nur als visuelle Hilfe bei der Entscheidung für die Wahl des umzusetzenden Modells.

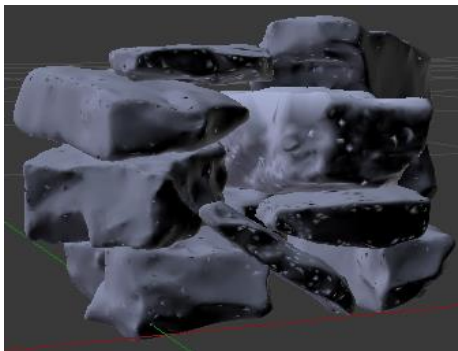


Abb. 3 Resultierendes Modell



Abb. 4 Exemplarischer Nachbau

5. Fazit

Nach einer Ersterhebung, sowie der abgeschlossenen Generierung und einer erfolgreichen Verifizierung der Resultate des Algorithmus mit einem kleinen exemplarischen Nachbau kann abschliessend eine durchwegs positive Bilanz gezogen werden. Der Algorithmus in der hier vorgestellten Form erfüllt seinen Zweck und generiert in annehmbarer Zeit automatisch durchaus brauchbare Trockenmauermodelle, welche nach einer Auswertung mit kleinstem Aufwand exemplarischen nachgebaut werden können.

Als Abschluss kann gesagt werden, dass der in dieser Arbeit erstellte Workflow rund um die automatisierte Generierung von Trockenmauern grosses Potential bietet, um in Zukunft in verschiedensten Feldern neue unkonventionelle Möglichkeiten zu entdecken, in welchen dieser eingesetzt werden kann.

Autor:	Fabian Casutt	fabian.casutt@bluewin.ch
Examinatoren:	Prof. Dr. Denis Jordan	denis.jordan@fhnw.ch
	Prof. Dr. David Grimm	david.grimm@fhnw.ch
Experte:	Prof. Dr. Marcel Steiner	marcel.steiner@fhnw.ch