

Möglichkeiten und Chancen der 3D-Georadar-Technologie

Die Methode der zerstörungsfreien Untersuchung des Untergrunds mittels Georadar (GPR), ist in der Archäologie, dem Ingenieurwesen und der Industrie verbreitet und wird für unterschiedlichste Fragestellungen eingesetzt. Der Ansatz der Multi-Channel Anordnung bei der Datenaufnahme ermöglicht eine effiziente und dichte Prospektion des Untergrunds. Die 3D-Auswertung in der Software GPR-Slice, eröffnet die Möglichkeit, bestehende Bauwerke im Untergrund zu kartieren und als 3D-Objekte auszuwerten. Ein möglicher automatisierbarer Ansatz ist dabei der Export und die anschliessende Filterung einer GPR-Punktvolke, zur parametrisierten Auswertung und Überführung in einen 3D-Leitungskataster.

Die Multi-Channel GPR-Technologie

Die Multi-Channel Methode für die Aufnahme von GPR-Daten ermöglicht, durch eine dichte Anordnung von Sende- (S) und Empfängerantennen (E), die gleichzeitige Registrierung von mehreren GPR-Aufnahmelinien. Durch die bekannten Abstände zwischen S und E, ist eine direkte 3D-Auswertung möglich.

Auswerteprozess von GPR-Rohdaten in GPR-Slice

Für die Auswertung von GPR-Daten wird entsprechende Software (z. Bsp. GPR-Slice) benötigt, die GPR-Daten verarbeiten, visualisieren und für spätere Prozesse exportieren kann. Prozesse zur Bereinigung und Filterung der Daten müssen auf die Aufnahmen abgestimmt sein und individuell beurteilt werden.



Abb. 1: Standardprozess für die Datenverarbeitung in GPR-Slice

Für eine spätere korrekte und möglichst bereinigte 3D-Auswertung ist für die Filterung und Migration der Radargramme entscheidend. Der Filterprozess, ist Ausgangslage für die Migration und anschliessenden Hilberttransformation.

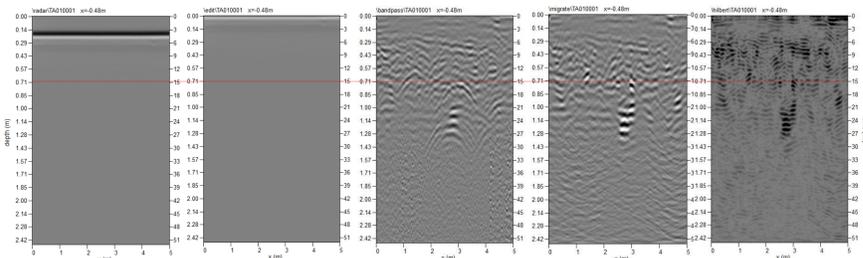


Abb. 2: Radargramm in verschiedenen Auswerteprozessen von GPR-Slice

GPR-Point Cloud

In der Software GPR-Slice verarbeitete 3D-Volumenberechnung kann in eine GPR-Punktvolke exportiert werden. Die Filterung der resultierenden Amplitudenwerte in einem Skalarfeld ermöglicht eine gezielte Datenreduktion und ist Voraussetzung für den parametrisierten Ansatz zur automatischen Detektion von 3D-Leitungsverläufen.

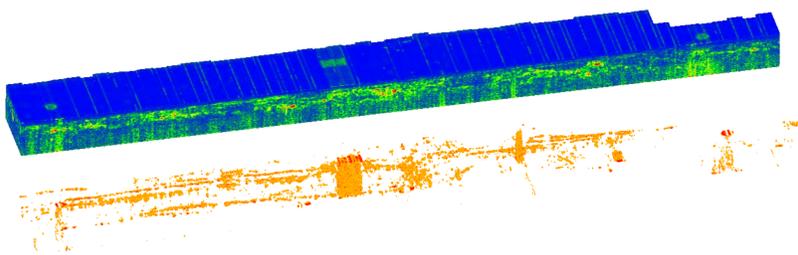
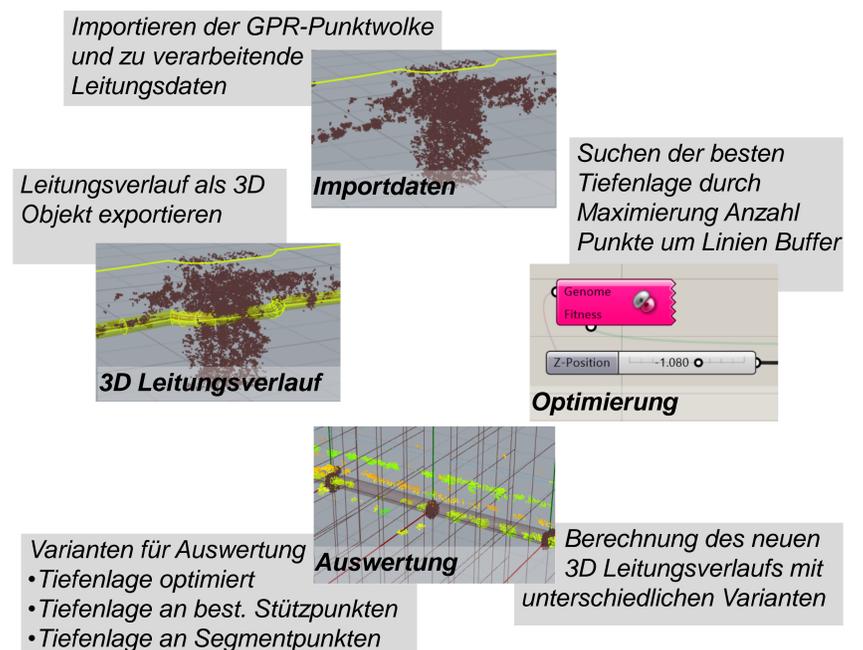


Abb. 3: GPR-Punktvolke und Skalarfeldfilterung in CloudCompare machen Leitungspunkte sichtbar.

Parametrisierte Auswertung

Die reduzierte GPR-Punktvolke wird für die 3D-Auswertung einer bereits lagegenauen Leitung verwendet. In den Softwarelösungen Rhino6 und Grasshopper entwickelte Prozesse zeigen Chancen aber auch die Grenzen des Ansatzes auf. Die Prozessierung mittels bekannten 2D-Leitungsverläufen ermöglicht eine parametrisierte Selektion der Tiefenlage eines Leitungsverlaufs und die Überführung zu einer 3D Werkleitung.



Fazit

Der Ansatz der Kombination von GPR-Punktvolke und bestehenden Leitungsdaten, ist ein vielversprechender Ansatz für die Erstellung eines 3D-Leitungskatasters. Für effiziente und automatisierbare Prozesse sind bei der Datenerfassung wie auch der Datenauswertung noch technologische Hürden vorhanden, welche effiziente Prozesse mit einer hohen Automatisierung stark erschweren.

- Aufwändige Felddatenaufnahme, durch unerlässliche Messung von Querprofilen.
- Trotz dichten Daten der Multi-Channel Aufnahmen, ist die Auswertung immer noch eine grosse Herausforderung.
- Die Punktvolke wird aus interpretierten Daten der GPR Auswertung erstellt, was sich auch auf die Auswertung auswirkt.
- Auswertungen von Fachpersonen, direkt in den Radargrammen ist daher immer noch unerlässlich.

Weitere Forschung und Tests mit neusten Multi-Channel Entwicklungen sind notwendig, um den automatisierbaren Prozess weiter optimieren zu können.

Referenzen: Creative Coding with Grasshopper3D, 2019. Grasshopper Galapagos Tutorial. URL <https://www.youtube.com/watch?v=g3CPe1bPhEw>.
Goodman, D., 2020. GPR-SLICE v.70 Multi-Channel Addendum Manual (Softwareanleitung). Geophysical Archaeometry Laboratory Inc., Woodland Hills, California
Brust, Mathew, Jim Thurman, Chris Reuter, Lonnie Black, Robert Quartarone, Amanda J. Redford. 2014. Grasshoppers of the Western U.S., Edition 4. USDA APHIS Identification Technology Program (ITP). Fort Collins, CO. [date of access] <<http://idtools.org/id/grasshoppers/>>
Rutten, D., 2019. Galapagos - Addon for Grasshopper. Grasshopper Docs. URL <https://grasshopperdocs.com/addons/galapagos.html> (accessed 5.19.20).

Autor: Mathias Bigler
Examinator: Prof. Dr. Dante Salvini
Experte: Edi Meier