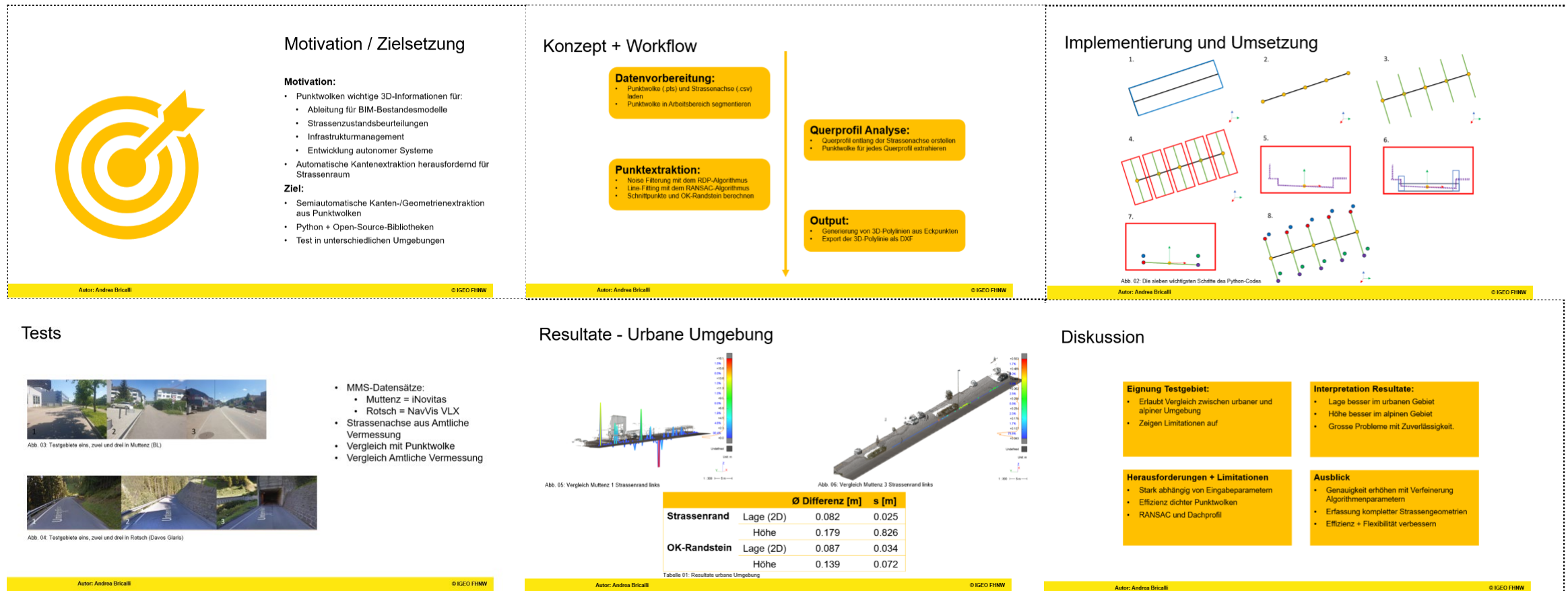


Automatische Extraktion von Strassengeometrien aus Punktwolken

Bachelorthesis 17 / 2024



Motivation / Zielsetzung



Motivation:

- Punktwolken wichtige 3D-Informationen für:
 - Ableitung für BIM-Bestandesmodelle
 - Strassenzustandsbeurteilungen
 - Infrastrukturmanagement
 - Entwicklung autonomer Systeme
- Automatische Kantenextraktion herausfordernd für Strassenraum

Ziel:

- Semiautomatische Kanten-/Geometrienextraktion aus Punktwolken
- Python + Open-Source-Bibliotheken
- Test in unterschiedlichen Umgebungen

Konzept + Workflow

Datenvorbereitung:

- Punktwolke (.pts) und Strassenachse (.csv) laden
- Punktwolke in Arbeitsbereich segmentieren

Punktextraktion:

- Noise Filterung mit dem RDP-Algorithmus
- Line-Fitting mit dem RANSAC-Algorithmus
- Schnittpunkte und OK-Randstein berechnen

Querprofil Analyse:

- Querprofil entlang der Strassenachse erstellen
- Punktwolke für jedes Querprofil extrahieren

Output:

- Generierung von 3D-Polylinien aus Eckpunkten
- Export der 3D-Polylinie als DXF

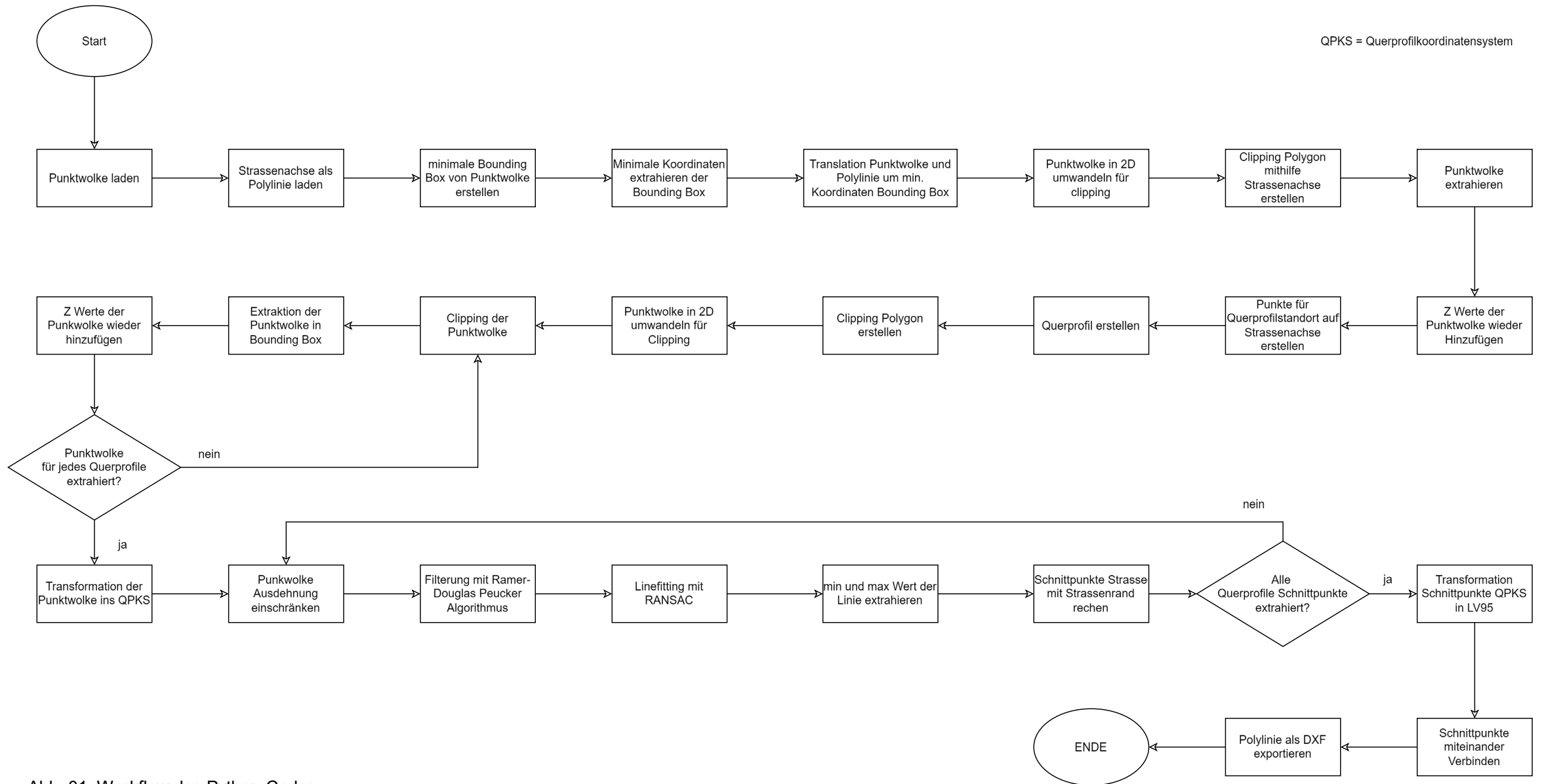


Abb. 01: Workflow des Python-Codes

Implementierung und Umsetzung

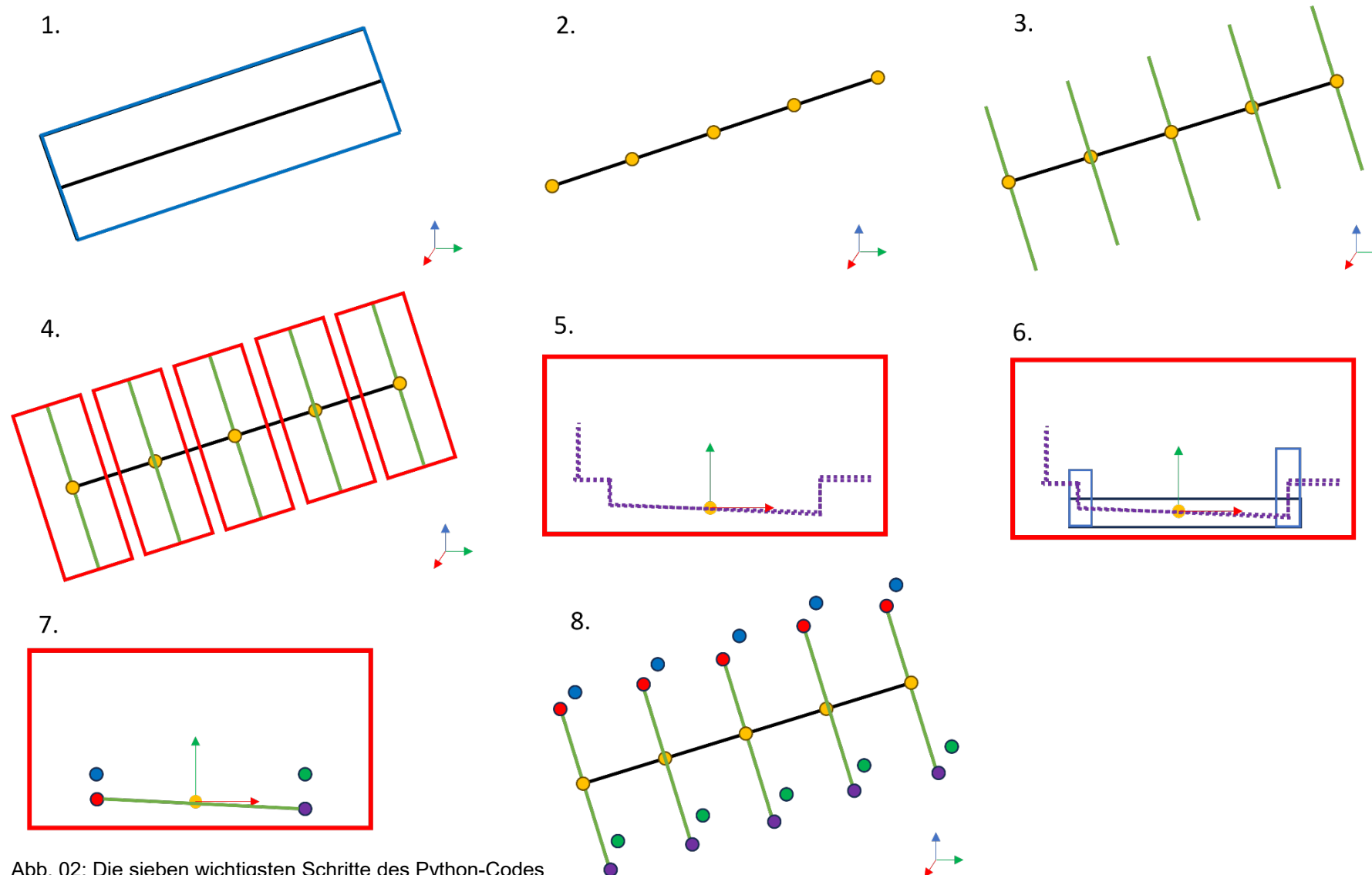
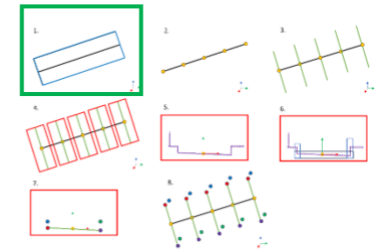
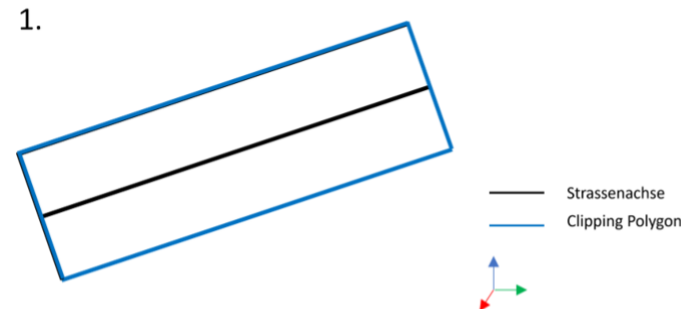


Abb. 02: Die sieben wichtigsten Schritte des Python-Codes

Implementierung

- **Entwicklung**
 - Visual Studio Code
 - Python 3.10.14
- **Open-Source Bibliotheken**
 - open3d
 - pandas
 - geopandas
 - rdp
 - skicit-image
 - shapely
 - Numpy
- **Eingabeparameter**
 - 8 für Strasseneigenschaften
 - 5 für Algorithmen (RDP und RANSAC)

Umsetzung



Verwendete Eingabeparameter:

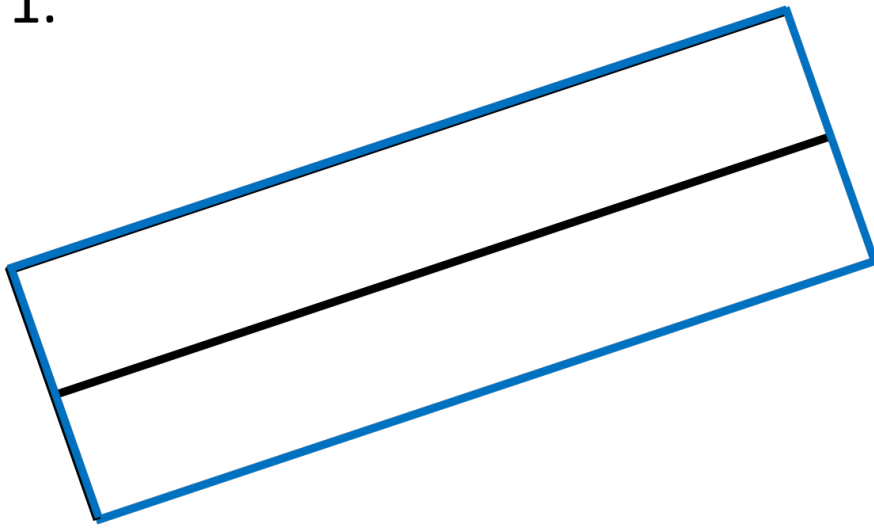
- Strassenachse
- Breite des Arbeitsbereichs

Was wird gemacht:

- Clipping Polygon
- Punktwolke unterteilen

Umsetzung

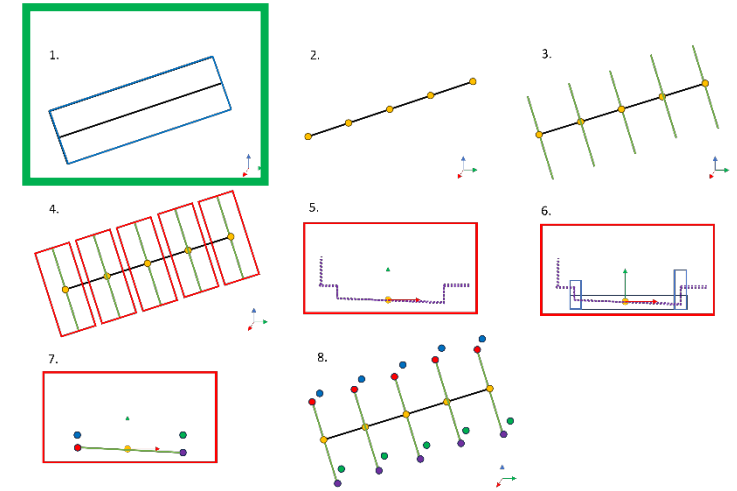
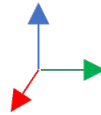
1.



Strassenachse



Clipping Polygon



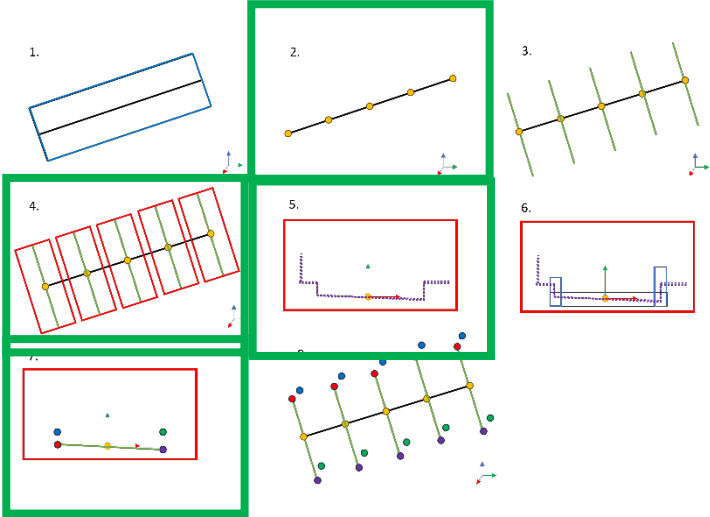
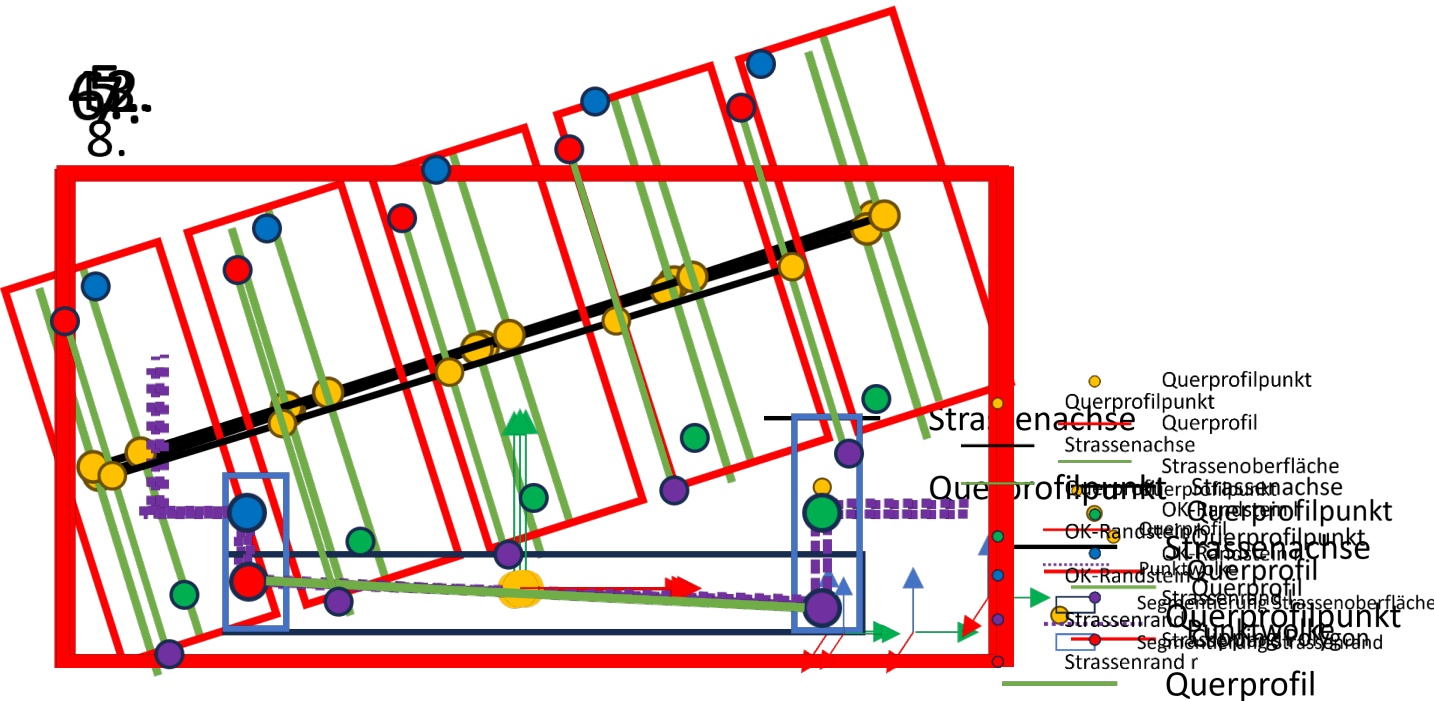
Verwendete Eingabeparameter:

- Strassenachse
- Breite des Arbeitsbereichs

Was wird gemacht:

- Clipping Polygon
- Punktwolke unterteilen

Umsetzung



Verwendete Eingabeparameter:

- **Strassenachse** Querprofil in x-
Achse für Line-Fitting
- **Querprofilpunkt** Querprofil in z-
Achse für Line-Fitting
- **Strassenoberfläche** Querprofil in z-
Achse für Line-Fitting
- **OK-Randstein** Querprofil in z-
Achse für Line-Fitting
- **Strassenrand r** Querprofil in z-
Achse für Line-Fitting

Was wird gemacht:

- Line-Fitting

Tests



Abb. 03: Testgebiete eins, zwei und drei in MuttENZ (BL)

- MMS-Datensätze:
 - MuttENZ = iNovitas
 - Rotsch = NavVis VLX
- Strassenachse aus Amtliche Vermessung
- Vergleich mit Punktwolke
- Vergleich Amtliche Vermessung



Abb. 04: Testgebiete eins, zwei und drei in Rotsch (Davos Glaris)

Resultate - Urbane Umgebung

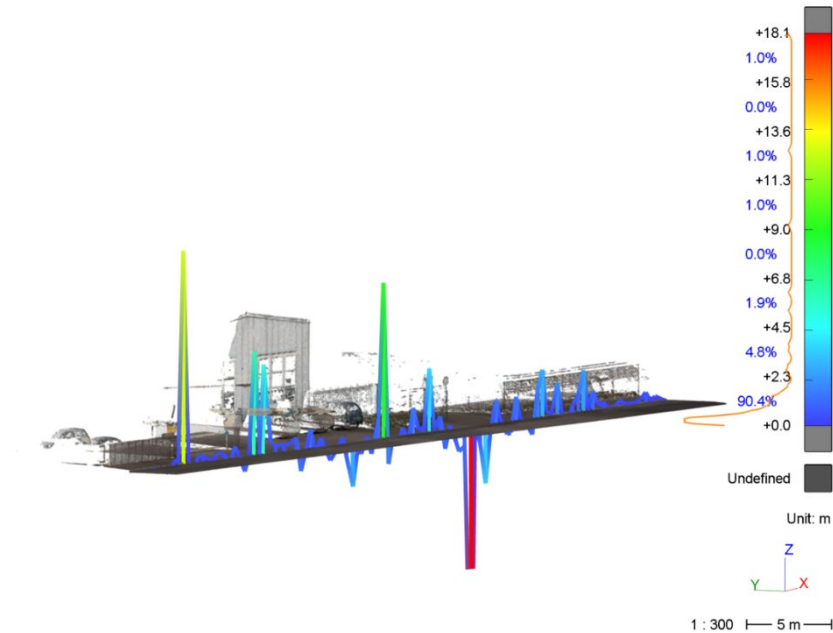


Abb. 05: Vergleich Muttentz 1 Strassenrand links

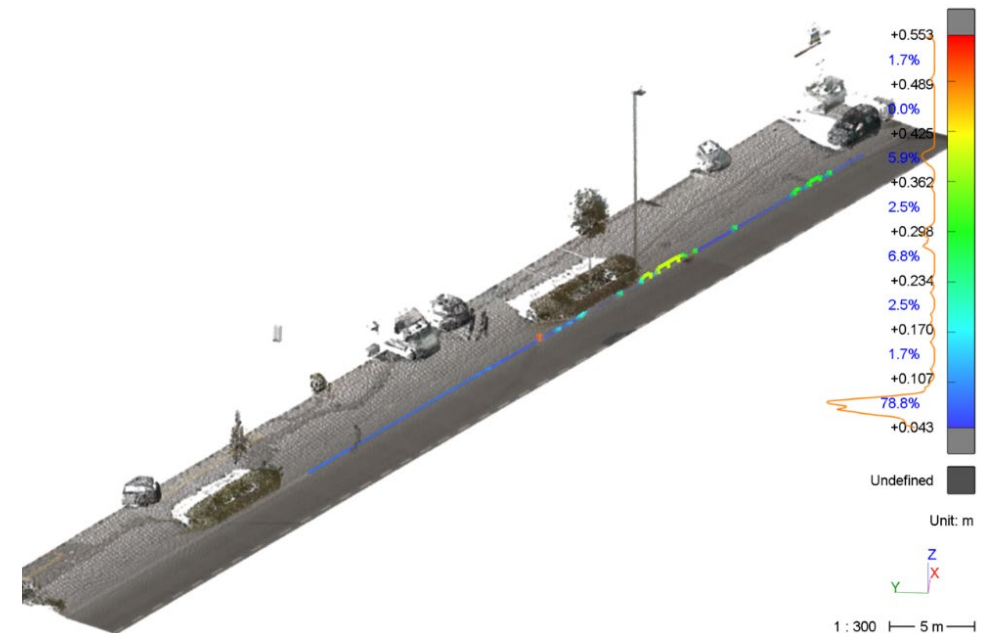


Abb. 06: Vergleich Muttentz 3 Strassenrand links

		Ø Differenz [m]	s [m]
Strassenrand	Lage (2D)	0.082	0.025
	Höhe	0.179	0.826
OK-Randstein	Lage (2D)	0.087	0.034
	Höhe	0.139	0.072

Tabelle 01: Resultate urbane Umgebung

Resultate Alpine Umgebung

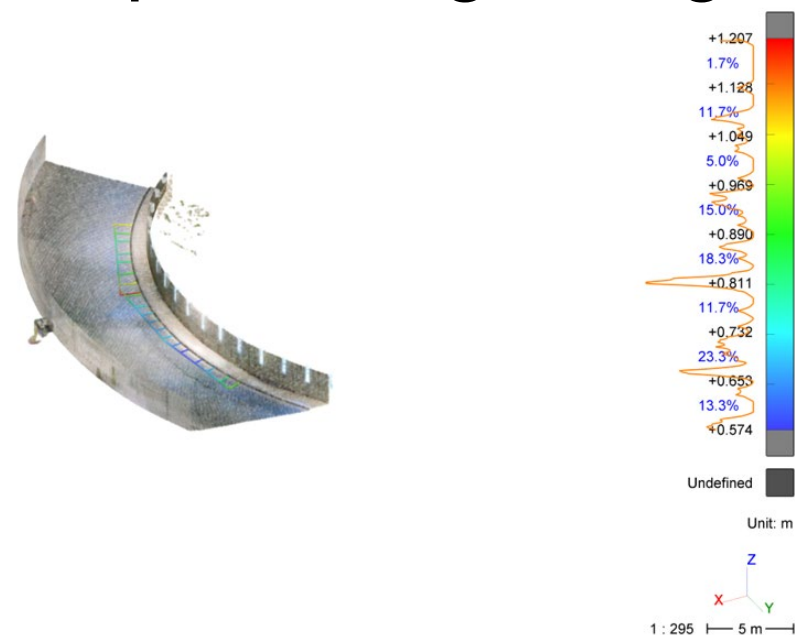


Abb. 07: Vergleich Rotsch 3 Strassenrand links

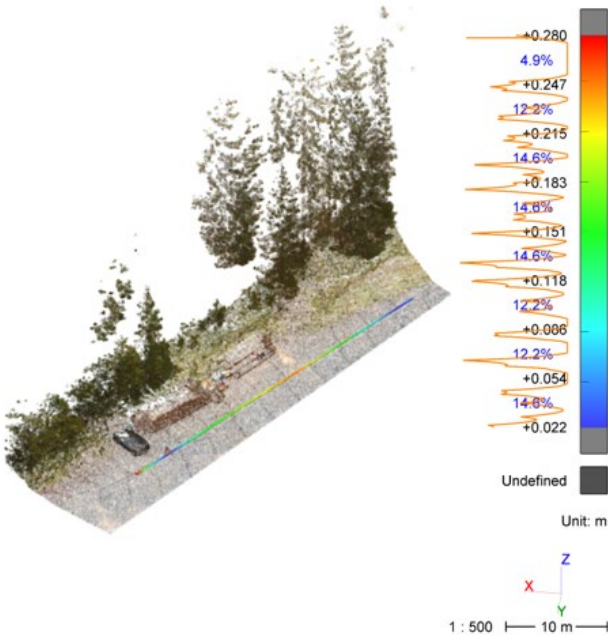


Abb. 08: Resultat Rotsch 1 Strassenrand rechts

		Ø Differenz [m]	s [m]
Strassenrand	Lage (2D)	0.480	0.166
	Höhe	- 0.020	0.054
OK-Randstein	Lage (2D)	0.532	0.140
	Höhe	0.131	0.064

Tabelle 02: Resultate alpine Umgebung

Diskussion

Eignung Testgebiet:

- Erlaubt Vergleich zwischen urbaner und alpiner Umgebung
- Zeigen Limitationen auf

Interpretation Resultate:

- Lage besser im urbanen Gebiet
- Höhe besser im alpinen Gebiet
- Grosse Probleme mit Zuverlässigkeit.

Herausforderungen + Limitationen

- Stark abhängig von Eingabeparametern
- Effizienz dichter Punktwolken
- RANSAC und Dachprofil

Ausblick

- Genauigkeit erhöhen mit Verfeinerung Algorithmenparametern
- Erfassung kompletter Strassengeometrien
- Effizienz + Flexibilität verbessern